



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Vergleichende phytochemische Untersuchung von
Valeriana officinalis L. s.l.

Verfasserin

Katharina Arth

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 449

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Pharmazie

Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Gottfried Reznicek

Danksagung

Mein Dank geht an den Vorstand des Departments für Pharmakognosie, Frau Univ.-Prof. Dr. Verena Dirsch, für die Bereitstellung des Diplomarbeitsplatzes.

Besonders bedanke ich mich bei Herrn Ao. Univ.-Prof. Dr. Gottfried Reznicek für die ausgezeichnete Betreuung und die zahlreichen Hilfestellungen während der Durchführung meiner Diplomarbeit.

Weiters danke ich Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer für die Bereitstellung des verwendeten Drogenmaterials und der dazugehörigen Daten, sowie für die stets freundliche Unterstützung bei fachlichen Fragen.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern – aber natürlich auch meiner gesamten Familie – ohne deren Unterstützung die Durchführung dieses Studiums nicht möglich gewesen wäre.

Zum Schluss möchte ich auch noch all jenen Studienkollegen danken, die in den letzten 5 Jahren so manchen grauen Tag in der Universitätsbibliothek erhellt haben und dadurch ebenfalls zum erfolgreichen Abschließen des Studiums beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung.....	1
1.1 <i>Valeriana officinalis</i> L. s.l. (<i>V. officinalis</i> L. s.l.).....	1
1.1.1 Inhaltsstoffe von <i>V. officinalis</i>	1
1.1.2 Arzneiliche Verwendung und Wirkmechanismus der Inhaltsstoffe von <i>V. officinalis</i>	3
1.2 Problemstellung.....	4
2. Material und Methoden.....	6
2.1 Drogenmaterial.....	6
2.1.1 Handelsdroge.....	6
2.1.2 Gesammelte Droge.....	6
2.2 Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC)	7
2.2.1 Extraktion für die HPLC-Analyse.....	7
2.2.2 HPLC Parameter.....	8
2.3 Gaschromatographie (GC).....	9
2.3.1 Wasserdampfdestillation.....	9
2.3.2 Extraktion für die GC-Analyse.....	9
2.3.3 GC Parameter.....	10
3. Ergebnisse.....	11
3.1 HPLC-Analytik.....	11
3.1.1 Quantifizierung der Sesquiterpensäuren.....	11
3.1.1.1 Diploide Individuen.....	13
3.1.1.2 Tetraploide Individuen.....	18
3.1.1.3 Octoploide Individuen.....	25
3.1.2 Korrelation des Gehalts an Sesquiterpensäuren mit der Ploidiestufe.....	37
3.2 GC-Analyse des ätherischen Öls.....	38
3.2.1 Quantifizierung des ätherischen Öls und Korrelation des Gehalts mit der Ploidiestufe.....	38

3.2.2	Qualitative und quantitative Unterschiede in der Zusammensetzung des ätherischen Öls.....	51
3.2.3	Versuch der Identifizierung der Peaks mittels GC-MS....	54
4.	Diskussion.....	55
5.	Zusammenfassung.....	58
6.	Summary.....	59
7.	Anhang.....	60
8.	Abkürzungsverzeichnis.....	70
9.	Abbildungsverzeichnis.....	71
10.	Tabellenverzeichnis.....	72
11.	Literaturverzeichnis.....	73
12.	Curriculum vitae.....	75

1. Einleitung

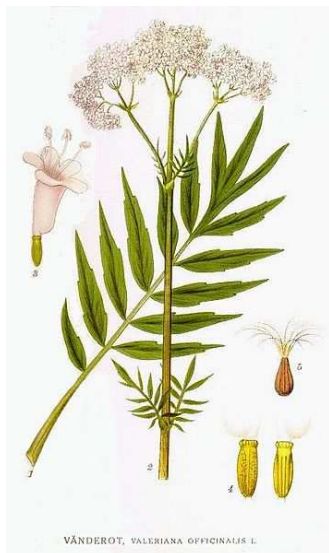
1.1 *Valeriana officinalis* L. s.l. (*V. officinalis*)

Bei *V. officinalis* (Valerianaceae) (Abb.1, Seite 1), dem echten Baldrian, handelt es sich um ein mehrjähriges Kraut, welches eine Höhe von bis zu 2 Metern erreichen kann. Der echte Baldrian ist in Europa und Zentralasien beheimatet, wo er bevorzugt an feuchten Standorten zu finden ist.

Kennzeichnend für *V. officinalis* sind die unpaarig gefiederten Blätter, sowie die hellrosa bis weißen Blüten, die eine Trugdolde bilden [2, 3, 4].

Als Stammpflanze wird im Europäischen Arzneibuch (Ph.Eur.) die Sammelart *V. officinalis* angeführt. Diese gliedert sich aufgrund verschiedener morphologischer sowie cytologischer Merkmale in mehrere Kleinarten. Da aber hinsichtlich des Wirkstoffgehalts bisher kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden konnte, wird weiterhin *V. officinalis* L.s.l. verwendet [2].

Abbildung 1: *V. officinalis* L. s.l. [1]



1.1.1 Inhaltstoffe von *V. officinalis*

Arzneilich verwendet werden die getrockneten, unterirdischen Organe, das heißt das Rhizom, die Wurzeln und die Ausläufer [4].

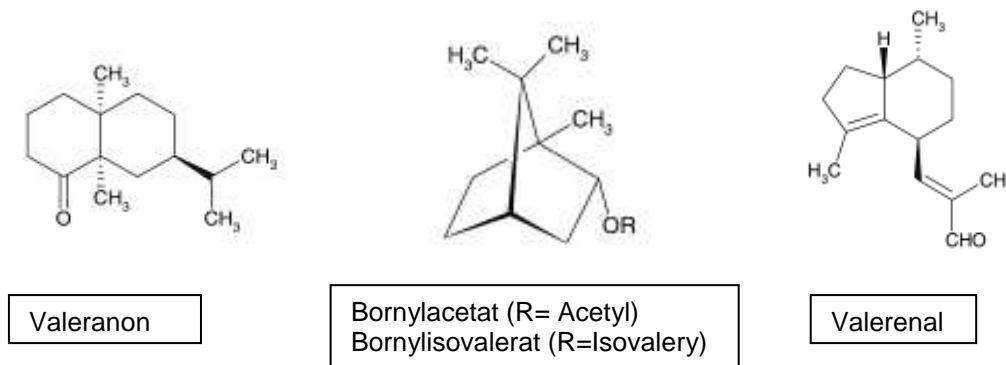
Zu den charakteristischen Inhaltsstoffen gehören das ätherische Öl, die Valepotriate und die Sesquiterpensäuren [2].

- Ätherisches Öl:

Das ätherische Öl zeichnet sich durch eine sehr heterogene Zusammensetzung aus, wobei vor allem Mono- und Sesquiterpene wie

Bornylacetat, Valerenal, Valeranon und Valerianol enthalten sind [2]. Die Ph.Eur. schreibt für *V. officinalis* einen Mindestgehalt von 0,5% für die ganze Droge, sowie 0,3% für die geschnittene Droge vor. Die Bestimmung erfolgt gemäß Ph.Eur. mittels Wasserdampfdestillation [6].

Abbildung 2: Mono- und Sesquiterpene aus *V. officinalis* [2]:



- Valepotriate

Die Abkürzung Valepotriat steht für Valeriana-Epoxi-Triester. Namensgebend für diese C₁₀-Iridoide sind der Epoxidring und die Triesterstruktur, die typische Säurekomponenten wie Isovaleriansäure, Acetoxyisovaleriansäure oder Essigsäure enthält [2, 5].

Abbildung 3: Valeriana-Epoxy-Triester aus *V. officinalis* [5]:



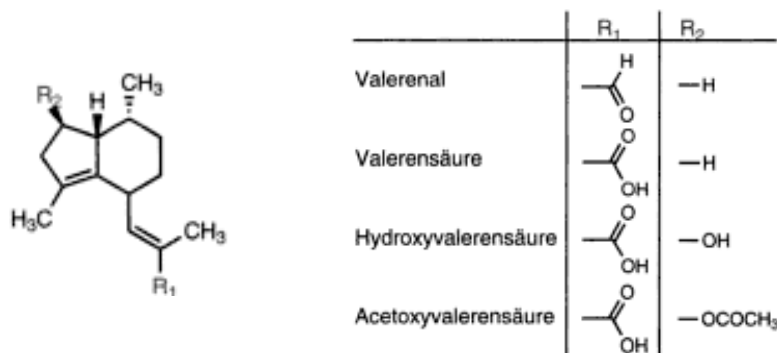
In-vitro Tests konnten nachweisen, dass die Valepotriate in der Lage sind, DNA zu alkylieren. Des Weiteren zeigten sie mutagenes und zytotoxisches Potential [2]. Diese Wirkungen sind aber bei den herkömmlich erhältlichen

V. officinalis-Präparaten zu vernachlässigen, da die Valepotriate empfindlich gegenüber Hitze, Säure und Alkalien reagieren und in alkoholischer Lösung einem raschen Abbau unterliegen [2, 5].

- Sesquiterpensäuren

Zu den schwerflüchtigen Sesquiterpensäuren gehören Valerensäure, Acetoxyvalerensäure und Hydroxyvalerensäure [2]. Auch hier schreibt die Ph.Eur. einen Mindestgehalt von 0,17% Sesquiterpensäuren, berechnet als Valerensäure vor. Die Bestimmung erfolgt mittels HPLC [6].

Abbildung 4: Sesquiterpensäuren und Derivate aus *V. officinalis* [5]:



1.1.2 Arzneiliche Verwendung und Wirkmechanismus der Inhaltsstoffe von *V. officinalis*

Die Anwendung von *V. officinalis* als pflanzliches Sedativum beruht auf langjähriger Tradition. Seine Wirkung wird als beruhigend und einschlaflördernd beschrieben, woraus sich Unruhezustände und nervös bedingte Schlafstörungen als Indikationsgebiet ableiten [2].

Der Wirkmechanismus ist nach wie vor nicht vollständig geklärt, aber eine Beteiligung des GABA_A-Rezeptorkomplexes gilt als gesichert. Durch die Untersuchung von verschiedenen Extrakten aus *V. officinalis* wurden unter anderem zentral dämpfende, muskelrelaxierende und spasmolytische Effekte festgehalten [2]. Eine besondere Bedeutung bezüglich der Interaktion mit

dem GABA_A-Rezeptor kommt, wie in neueren Studien gezeigt werden konnte, der Valerensäure zu [7, 8].

Der GABA_A-Rezeptor besteht aus diversen Untereinheiten, von denen bisher 19 verschiedene bekannt sind. Diese Untereinheiten bilden zusammen ein Pentamer, wobei vorwiegend die Komponenten α_1 , β_2 und γ_2 vertreten sind [9]. In Versuchen an Oozyten wurde festgestellt, dass die Valerensäure in Abhängigkeit der Zusammensetzung der Rezeptoruntereinheiten eine Stimulation der GABA induzierten Chloridströme bewirkt. Anhand der GABA Dosis-Wirkungskurve konnte außerdem nachgewiesen werden, dass durch die Anwesenheit von Valerensäure niedrigere GABA Konzentrationen notwendig waren, um dasselbe Ausmaß an Chloridströmen wie unter Kontrollbedingungen zu erzielen [7].

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde der Zusammenhang zwischen der Modulation des GABA_A-Rezeptors durch Baldrianextrakte unterschiedlicher Polarität und deren Gehalt an Sesquiterpensäuren untersucht. Apolare Extrakte mit einem hohen Gehalt an Valerensäuren zeigten eine Verstärkung der GABA induzierten Chloridströme, wohingegen sesquiterpensäure-freie Fraktionen keinen signifikanten Effekt erkennen ließen [8]. Besonderes Augenmerk ist hier auf Valerensäure zu richten, da nur für diese eine positive Modulation des GABA_A-Rezeptors bewiesen werden konnte, nicht aber für Acetoxy- bzw. Hydroxyvalerensäure [7].

1.2 Problemstellung

Titz et al [10] teilte aufgrund morphologischer und zytologischer Untersuchungen die Sammelart *Valeriana officinalis* L. s.l. in einzelne Grundtypen ein, die sich bezüglich des Verbreitungsgebietes, der Morphologie und der Chromosomenzahl unterschieden [10]. Nach neueren Untersuchungen scheint diese Einteilung aber nicht mehr haltbar zu sein, da die Grenzen zwischen den einzelnen Grundtypen fließend ineinander übergehen [11].

Eine weitere, beziehungsweise ergänzende Möglichkeit, die *V. officinalis* Gruppe zu charakterisieren, bietet die phytochemische Analyse der Inhaltsstoffe.

Ziel dieser Diplomarbeit war dementsprechend die chemotaxonomische Bestimmung der Sammelart *V. officinalis* L. s.l. anhand der Sesquiterpensäuren, denen aufgrund der beschriebenen Studien ein hoher Stellenwert zuzuordnen ist, sowie des ätherischen Öls.

2. Material und Methoden

2.1 Drogenmaterial

2.1.1 Handelsdroge

Vor der Extraktion des gesammelten Drogenmaterials wurde der bekannte Gehalt an Sesquiterpensäuren einer pulverisierten Handelsdroge bestimmt, um gewährleisten zu können, dass die Methode unter den gewählten Bedingungen richtige und reproduzierbare Ergebnisse liefert.

Für die GC Analyse wurde ebenfalls der Gehalt an ätherischem Öl eines Handelsmusters (geschnittene Droge, Chargennummer: W10201066, Kottas Pharma) mittels Wasserdampfdestillation bestimmt, um diesen mit dem Ergebnis der schlussendlich gewählten Methode (siehe Kap. 2.3.2, Seite 9) zu vergleichen.

2.1.2 Gesammelte Droge

Es standen 410 Individuen¹ von *V. officinalis*, die bereits morphologisch und zytologisch bestimmt² waren, im Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien zur Verfügung. Die Pflanzen wurden in weiten Teilen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz gesammelt, anschließend in den Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien transferiert, wo sie in Einheitserde unter gleichen Bedingungen kultiviert wurden. Aufgrund der unterschiedlichen Sammelorte wurden die 410 Pflanzen in 82 Populationen zu je drei bis sieben Individuen geteilt. Die Populationen 2-50 befanden sich beim Erntezeitpunkt (November 2011) seit zwei Jahren im Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien, die Populationen 51-82 erst seit einem Jahr [11].

Nach der Ernte wurden die Wurzeln bei Raumtemperatur getrocknet, von der anhaftenden Erde befreit und bis Mitte Februar 2012 in einem Kühlraum gelagert.

¹ Gesammelt und bereitgestellt von Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer

² Bestimmt von Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer und Mag.pharm. Sabine Bressler

Vor der phytochemischen Bestimmung wurde das getrocknete Drogenmaterial mit Hilfe einer Schlagkreuzmühle gemahlen, dadurch wurden pro Individuum etwa 0,1 – 2,0g Drogenpulver erhalten.

2.2 Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC)

2.2.1 Extraktion für die HPLC-Analyse

Bei der Extraktion wurde nach der Vorschrift der Ph.Eur. vorgegangen [6], wobei die Einwaage aufgrund der geringen vorhandenen Drogenmenge halbiert und die von ihr abhängigen Parameter entsprechend angepasst wurden:

0,75g pulverisierte Droge wurden in einem 50ml-Rundkolben mit 10ml wasserfreiem Methanol *R* versetzt und anschließend auf dem Wasserbad 30 Minuten lang unter Rückflusskühlung extrahiert. Nach dem Abkühlen wurde filtriert, das Filterpapier erneut in den Kolben gegeben, wieder mit 10ml wasserfreiem Methanol *R* versetzt und erneut 15 Minuten lang unter Rückflusskühlung extrahiert. Nach dem Abkühlen wurde wieder filtriert, die Filtrate vereinigt und mit wasserfreiem Methanol *R*, mit dem auch der Kolben und das Filterpapier gespült wurden, auf 25,0 ml verdünnt.

Vor der HPLC-Analyse wurden 1,0ml des Extrakts mit 1,0ml internem Standard versetzt (3mg Dantron/100ml MeOH), davon wurden 1,0ml entnommen und 10 Minuten bei 13000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert.

Verwendete Chemikalien beziehungsweise Lösungsmittel:

Methanol NORMAPUR (Batch: 11K220519)

Acetonitril Fischer Chemical (HPLC Grade; Lot:1023488)

Acetonitril J.T. Baker (HPLC Far UV/Gradient Grade; Lot: 1108722008)

2.2.2 HPLC Parameter

Als Ausgangspunkt diene die Vorschrift der Ph.Eur. [6], allerdings konnte durch Optimierung der Fließmittelzusammensetzung und durch die geringere Korngröße der stationären Phase, die eine verbesserte Trennleistung nach sich zieht, eine Verkürzung der Analysendauer erreicht werden.

System: SHIMADZU LC-20

Degasser: 20A5

Pumpe: LC20AD; Fluss: 0,5ml pro Minute

Autosampler: SIL20AC HAT

Communications bus module: CBM-20A

Diodearraydetektor: SPD-M20A; 190-400nm, Detektion bei 220nm

Säulenofen: CTO-20A; eingestellt auf 30°C

Stationäre Phase: Thermo Fischer Acclaim™ 120, C-18, 3µm, 150x2mm

Mobile Phase: Eluent A: Wasser mit H₃PO₄ auf pH 3 eingestellt

Eluent B: Acetonitril

Gradientenelution: Start mit 50% B

Innerhalb von 8 Minuten Steigerung auf 80% B

Bei 8,10 Minuten Steigerung auf 95% B

Bis Minute 13 weiterhin 95% B

Bei 13,10 Minuten wieder Reduktion auf 50% B

Bis Minute 20 50% B

Stopp bei 20,01 Minuten

Einspritzmenge: 5µl

Interner Standard: Dantron

2.3 Gaschromatographie (GC)

2.3.1 Wasserdampfdestillation

Die Ph.Eur. schreibt für die Bestimmung des ätherischen Öls eine Extraktion durch Wasserdampfdestillation vor [6]. 40,0g geschnittene Handelsdroge (Chargennummer: W10201066 Kottas Pharma) wurden mit 500ml Wasser *R* unter Verwendung von Xylol als Hilfsphase 4 Stunden lang destilliert. Dabei wurde die der Ph.Eur. entsprechende Apparatur verwendet [6].

Verwendete Chemikalien: Xylol Normapur (Batch: 11H040522)

2.3.2 Extraktion für die GC-Analyse

Wie bereits erwähnt (siehe Kap. 2.1.2, Seite 6), standen aber nur etwa 0,1-2,0g Droge zur Verfügung, weshalb anstelle der Wasserdampfdestillation eine andere, gängige Extraktionsmethode gewählt wurde:

0,100g pulverisierte Droge wurden mit 1ml CH_2Cl_2 –Lösung, die den internen Standard Menthol enthielt, 5 Minuten am Ultraschallbad extrahiert, zentrifugiert und anschließend mittels GC vermessen.

Interner Standard: 12,5mg Menthol/500ml CH_2Cl_2

Durch diese Methode konnte eine kleine Drogenmenge in kurzer Zeit vollständig extrahiert werden.

Menthol wurde als interner Standard gewählt, weil es sich dabei um ein kleines, flüchtiges und lipophiles Terpen handelt, welches nicht in *V. officinalis* enthalten ist.

Verwendete Chemikalien: Dichlormethan PROLABO (NORMAPUR; Batch: 09K130518)

2.3.3 GC Parameter

System: Perkin Elmer Autosystem XL

Säule: Phenomenex Zebron ZB-5, 60m, 0,25mm innerer Durchmesser,
0,25µm Filmdicke

Mobile Phase: N₂ 5.0, 2ml pro Minute

Einspritzmenge: 1,0µl mittels Autosampler

Laufzeit: 70 Minuten

Ofen: Start bei 60°C, Steigerung mit 3°C pro Minute bis 270°C

Detektor: Flammenionisationsdetektor

3. Ergebnisse

3.1 HPLC-Analytik

3.1.1 Quantifizierung der Sesquiterpensäuren

Zu Beginn wurde eine pulverisierte Handelsdroge, unter den bereits beschriebenen Bedingungen (siehe Kap. 2.2.1, Seite 7) extrahiert, anschließend mittels HPLC vermessen und quantifiziert. Zur Berechnung des Gesamtgehalts an Sesquiterpensäuren wurde die Formel aus der Ph.Eur. herangezogen [6]:

Berechnung der Acetoxyvalerensäure:

$$\frac{A_2 \cdot m_1 \cdot 11,51}{A_1 \cdot m_2}$$

Berechnung der Valerensäure:

$$\frac{A_3 \cdot m_1 \cdot 8,09}{A_1 \cdot m_2}$$

A_1 = Peakfläche Dantron

A_2 = Peakfläche Acetoxyvalerensäure

A_3 = Peakfläche Valerensäure

m_1 = Einwaage Dantron in Gramm

m_2 = Einwaage Droge in Gramm

Der Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren ergab sich aus der Summe der beiden Einzelgehalte. Um die Kriterien der Ph.Eur. zu erfüllen, muss ein Gesamtgehalt von mindestens 0,17% Sesquiterpensäuren vorliegen [6].

Um die einzelnen Peaks im Chromatogramm eindeutig zuordnen zu können, macht die Ph.Eur. Angaben zu den relativen Retentionen bezogen auf

Dantron. Diese sollen für die Acetoxyvalerensäure etwa 0,7 und für die Valerensäure etwa 1,2 betragen [6].

Bei der Auswertung des Chromatogrammes der Handelsdroge ließen sich folgende Retentionszeiten ablesen (siehe Abb.5, Seite 12):

Retentionszeit Acetoxyvalerensäure: 4,81 Minuten

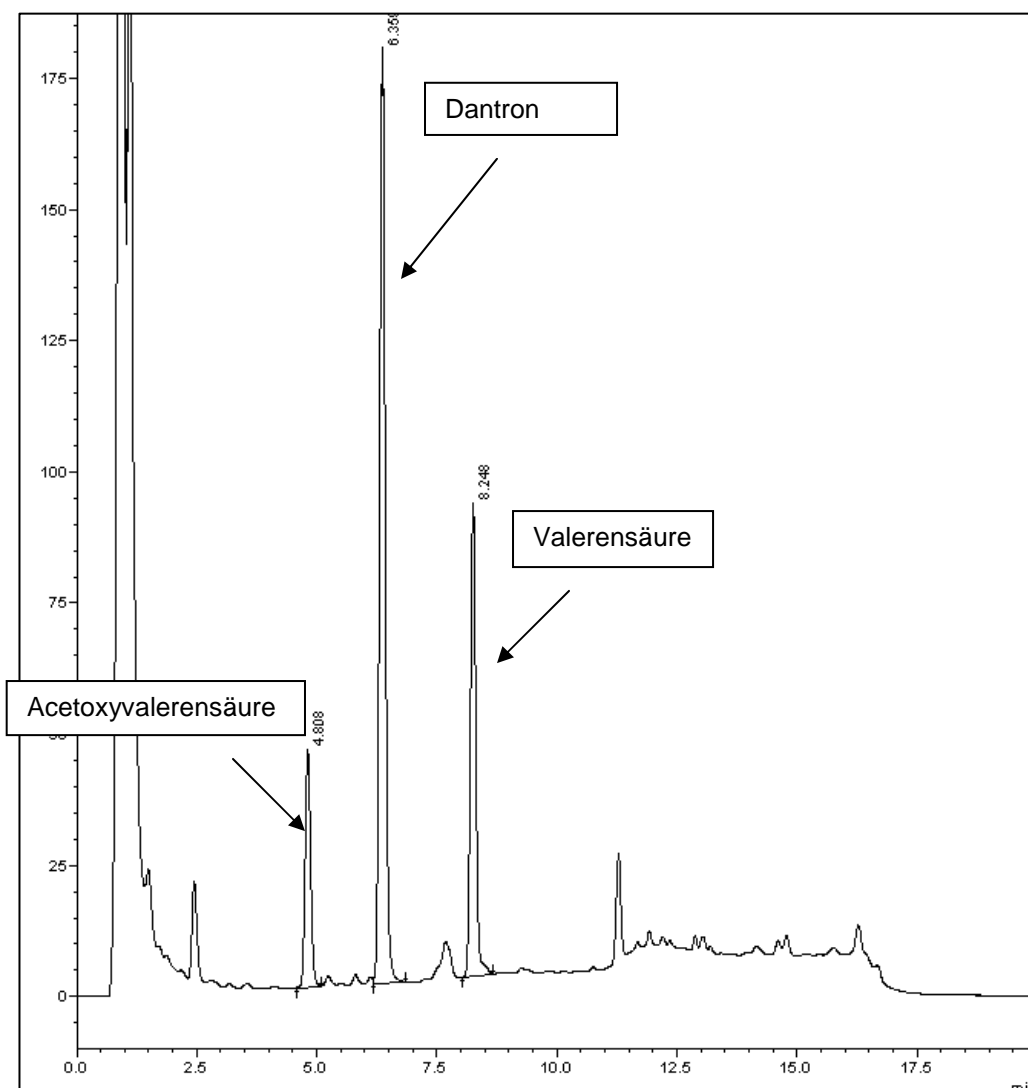
Retentionszeit Dantron: 6,36 Minuten

Retentionszeit Valerensäure: 8,25 Minuten

Die daraus abgeleiteten relativen Retentionen in Bezug auf Dantron betrugen für Acetoxyvalerensäure 0,76 und für Valerensäure 1,3.

Die verarbeitete Handelsdroge lieferte damit ein Chromatogramm, das im Weiteren als Referenzchromatogramm diente (Abb. 5):

Abbildung 5: Referenzchromatogramm, aus dem Handelsmuster erhalten



Da neben den relativen Retentionen auch die Berechnung des Gesamtgehalts der Sesquiterpensäuren mit dem angegebenen Gehalt übereinstimmte, konnte die Extraktion des gesammelten Drogenmaterials beginnen.

Der Vorgang der Extraktion wurde bereits in Kapitel 2.2.1 (siehe Seite 7) beschrieben, es konnten bis zu zehn Proben gleichzeitig aufgearbeitet werden.

Von den insgesamt 410 Individuen wurde eine Auswahl an 260 Proben mittels HPLC vermessen. Dabei handelte es sich um 36 diploide, 55 tetraploide und 169 octoploide Pflanzen. Zusätzlich zu den 260 Messungen wurden mehrere Doppelbestimmungen einzelner Individuen durchgeführt. Das bedeutet, dass dieselbe Probe parallel aufgearbeitet und vermessen wurde, um die Reproduzierbarkeit der angewendeten Methode zu überprüfen.

3.1.1.1 Diploide Individuen

Wie in Kapitel 2.1.2 (siehe Seite 6) erläutert, wurden die Pflanzen in 80 Populationen und die zugehörigen Individuen gegliedert. Um zum Beispiel die Population 1 mit den jeweiligen Pflanzen in verkürzter Form darzustellen, wurde folgende Schreibweise gewählt: 1/1; 1/2; 1/5; 1/6; wobei die erste Zahl für die Population und die zweite Zahl für das einzelne Individuum steht.

Tabelle 1 (Seite 13f) zeigt, welche diploiden Proben vermessen wurden und welcher Gehalt an Sesquiterpensäuren nachgewiesen werden konnte.

Tabelle 1: Einzel – und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in diploiden *V. officinalis* Individuen

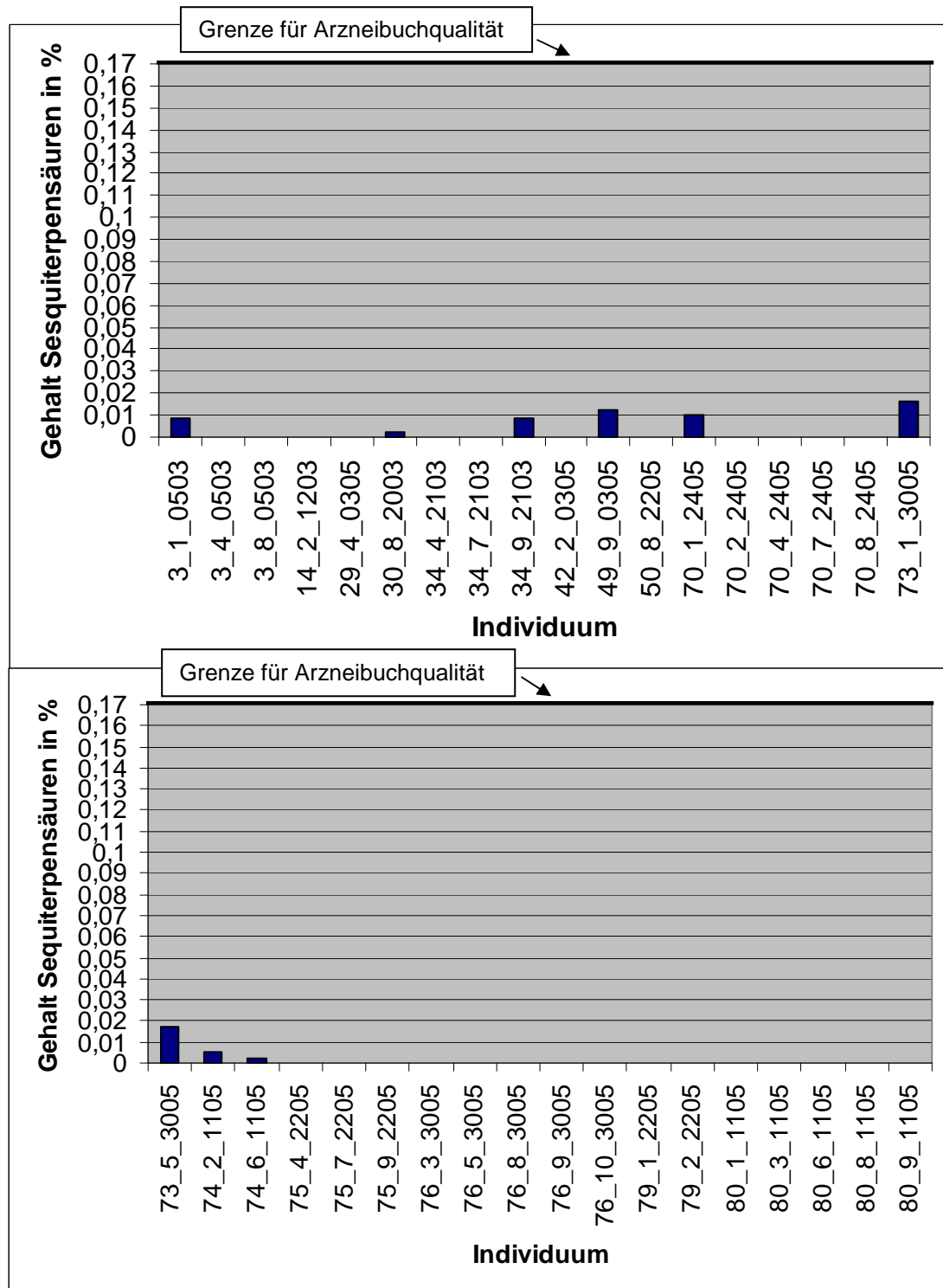
Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
3/1	0,008%	n.d.	0,008%
3/4	n.d.	n.d.	n.d.
3/8	n.d.	n.d.	n.d.
14/2	n.d.	n.d.	n.d.
29/4	n.d.	n.d.	n.d.

Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
30/8	0,003%	n.d.	0,003%
34/4	n.d.	n.d.	n.d.
34/7	n.d.	n.d.	n.d.
34/9	0,009%	n.d.	0,009%
42/2	n.d.	n.d.	n.d.
49/9	0,013%	n.d.	0,013%
50/8	n.d.	n.d.	n.d.
70/1	0,010%	n.d.	0,010%
70/2	n.d.	n.d.	n.d.
70/4	n.d.	n.d.	n.d.
70/7	n.d.	n.d.	n.d.
70/8	n.d.	n.d.	n.d.
73/1	0,016%	n.d.	0,016%
73/5	0,018%	n.d.	0,018%
74/2	0,006%	n.d.	0,006%
74/6	0,002%	n.d.	0,002%
75/4	n.d.	n.d.	n.d.
75/7	n.d.	n.d.	n.d.
75/9	n.d.	n.d.	n.d.
76/3	n.d.	n.d.	n.d.
76/5	n.d.	n.d.	n.d.
76/8	n.d.	n.d.	n.d.
76/9	n.d.	n.d.	n.d.
76/10	n.d.	n.d.	n.d.
79/1	n.d.	n.d.	n.d.
79/2	n.d.	n.d.	n.d.
80/1	n.d.	n.d.	n.d.
80/3	n.d.	n.d.	n.d.
80/6	n.d.	n.d.	n.d.
80/8	n.d.	n.d.	n.d.
80/9	n.d.	n.d.	n.d.

Aus Tabelle 1 (Seite 13f) ist ersichtlich, dass in den meisten Individuen keine oder nur geringe Mengen an Sesquiterpensäuren nachgewiesen werden konnten. Die Bezeichnung n.d. (nicht detektierbar) bedeutet in diesem Fall, dass keine oder nur sehr kleine Peaks vorhanden waren, wo davon

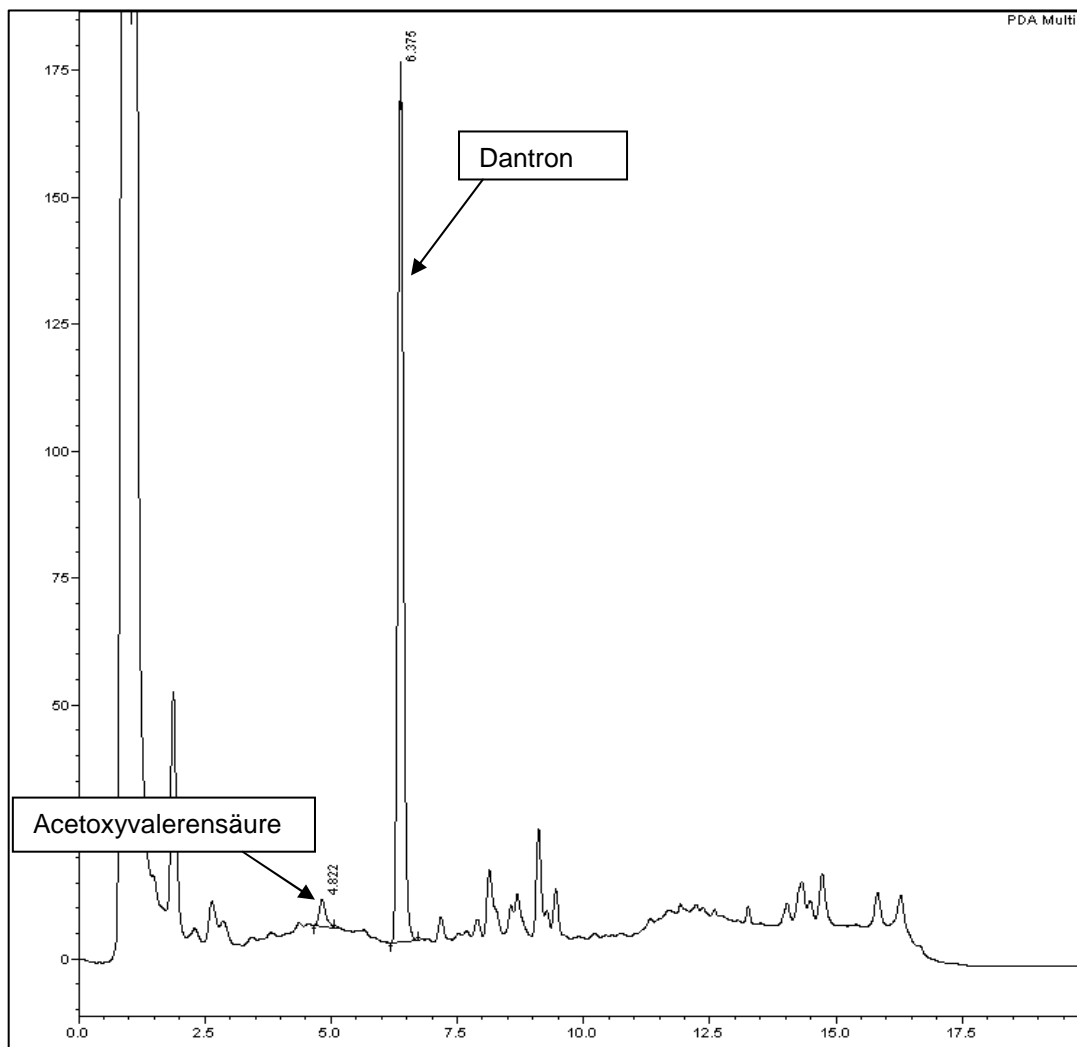
ausgegangen werden konnte, dass es sich dabei nicht um die gesuchten Reinsubstanzen handelte. Um die Ergebnisse aus Tabelle 1 übersichtlich darzustellen, wurden zwei Balkendiagramme angefertigt (Abb. 6, Seite 15):

Abbildung 6: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 1



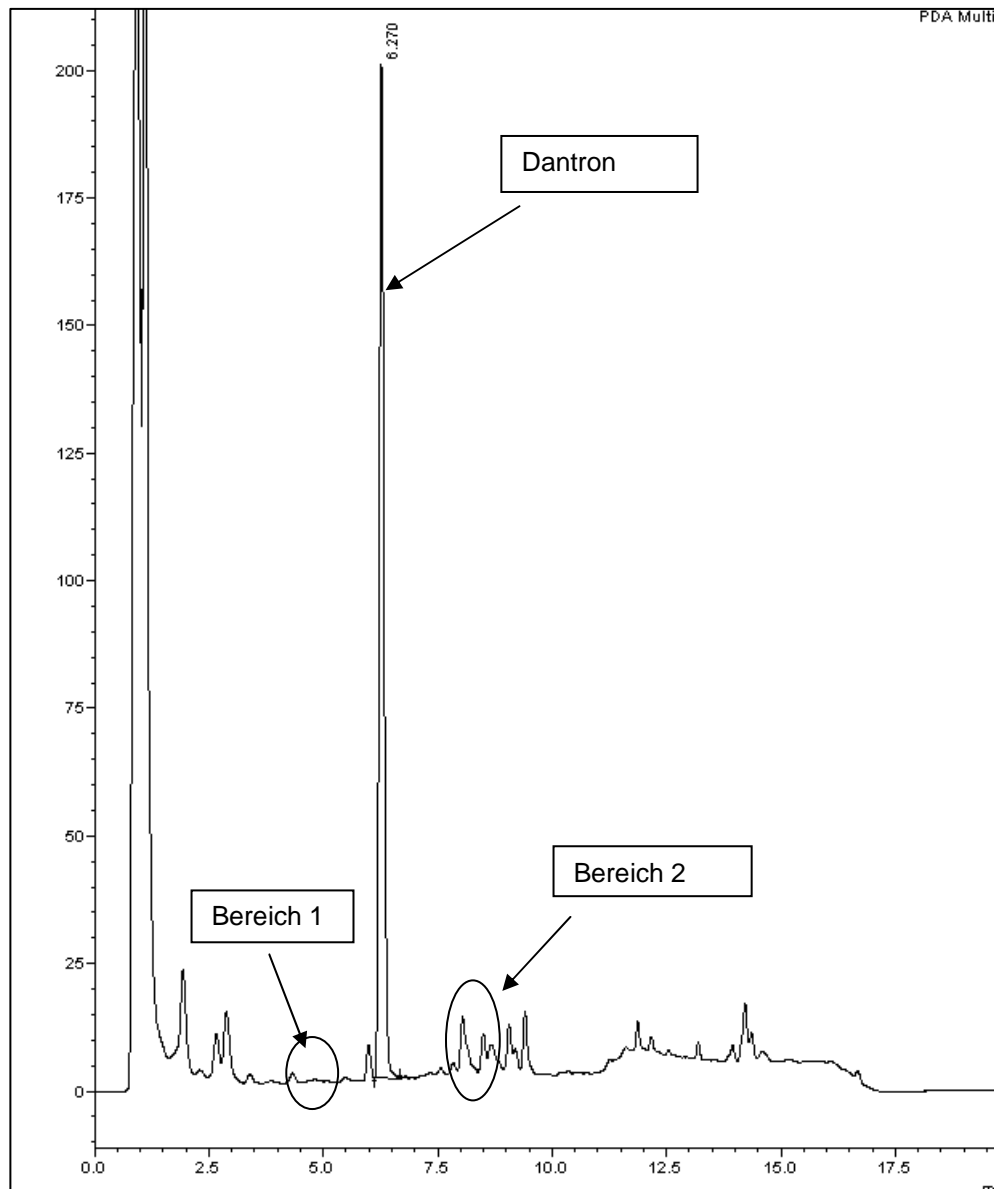
Stellvertretend für alle vermessenen diploiden *V. officinalis* Individuen stehen die Chromatogramme von 3/1, in dem die Acetoxyvalerensäure identifiziert werden konnte und 79/1, in dem der Gehalt an Sesquiterpensäuren unter der Nachweisgrenze lag (Abb. 7, Abb. 8, Seite 16f).

Abbildung 7: Chromatogramm von Individuum 3/1



Im Chromatogramm von 3/1 (Abb.7, Seite 16) zeichnete sich ein kleiner, aber deutlicher Peak von Acetoxyvalerensäure bei einer Retentionszeit von 4,822 Minuten ab. Im Gegensatz dazu konnte in 79/1 (Abb. 8, Seite 17) keine Zuordnung erfolgen, da in den Bereichen 1 bzw. 2 mit entsprechenden UV-Spektren (DAD) keine Peaks gefunden wurden, die die Identifizierung von Acetoxyvalerensäure bzw. Valerensäure erlaubten.

Abbildung 8: Chromatogramm von Individuum 79/1



Im Chromatogramm von 79/1 (Abb.8, Seite 17) konnte weder im Bereich 1 Acetoxyvalerensäure, noch im Bereich 2 Valerensäure zugeordnet werden. Alle Chromatogramme der diploiden Individuen lassen sich einer der beiden Abbildungen zuordnen, woraus hervorgeht, dass der Gehalt an Sesquiterpensäuren entweder sehr gering ist oder sogar unter der Nachweisgrenze liegt (siehe Tab.1, Seite 13f). Arzneibuchqualität ist somit bei keiner der vermessenen diploiden Pflanzen gegeben.

3.1.1.2 Tetraploide Individuen

55 tetraploide Individuen wurden nach dem gleichen Schema, das auch bei den diploiden Pflanzen angewendet wurde, extrahiert und vermessen.

Tabelle 2 (Seite 18f) zeigt die Einzel- und die Gesamtgehalte an Sesquiterpensäuren.

Auch hier zeigt das Ergebnis n.d. (nicht detektierbar), dass eine eindeutige Identifizierung aufgrund fehlender Peaks nicht möglich war oder der Gehalt unter der Nachweisgrenze lag.

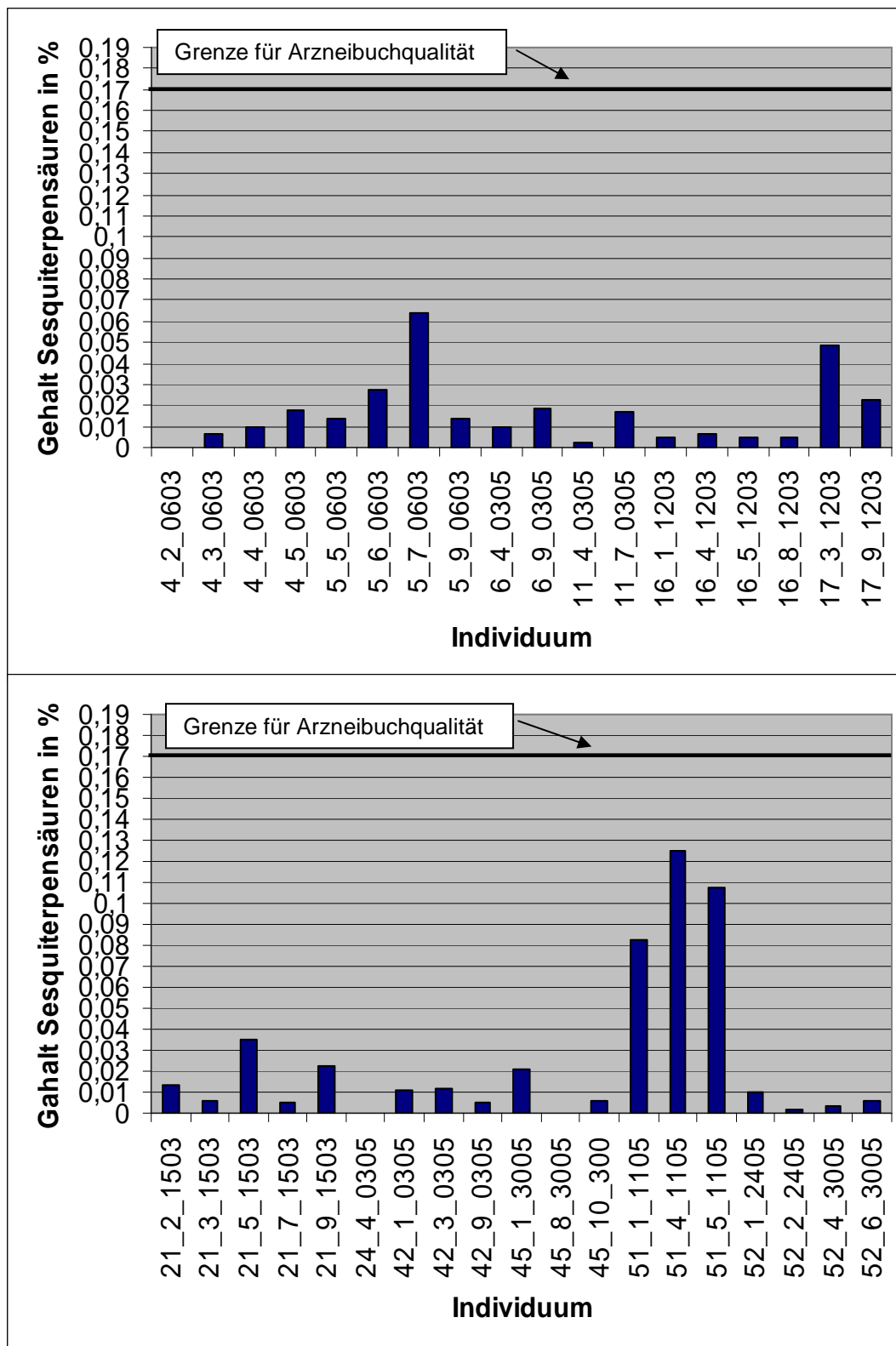
Tabelle 2: Einzel- und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in tetraploiden *V. officinalis* Individuen

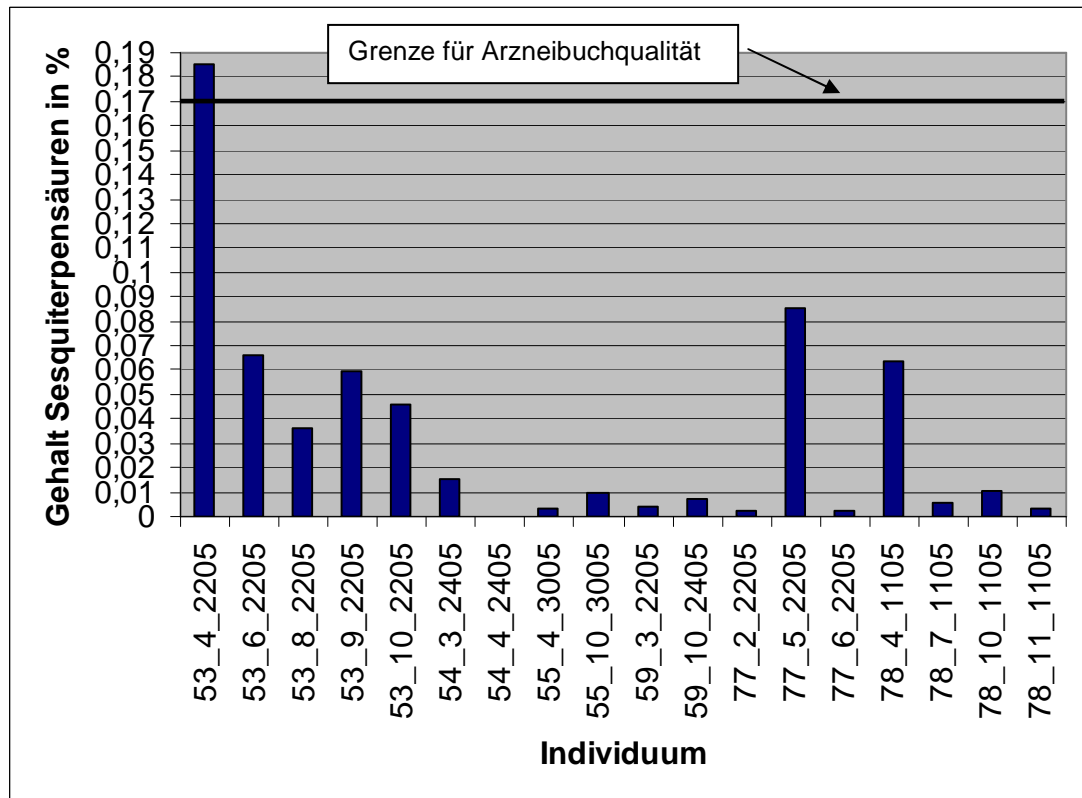
Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
4/2	n.d.	n.d.	n.d.
4/3	0,007%	n.d.	0,007%
4/4	0,009%	n.d.	0,009%
4/5	0,018%	n.d.	0,018%
5/5	0,010%	0,004%	0,014%
5/6	0,027%	n.d.	0,027%
5/7	0,064%	n.d.	0,064%
5/9	0,014%	n.d.	0,014%
6/4	0,010%	n.d.	0,010%
6/9	0,018%	n.d.	0,018%
11/4	0,002%	n.d.	0,002%
11/7	0,017%	n.d.	0,017%
16/1	0,005%	n.d.	0,005%
16/4	0,006%	n.d.	0,006%
16/5	0,005%	n.d.	0,005%
16/8	0,005%	n.d.	0,005%
17/3	0,05%	n.d.	0,05%
17/9	0,023%	n.d.	0,023%
21/2	0,014%	n.d.	0,014%
21/3	0,006%	n.d.	0,006%
21/5	0,035%	n.d.	0,035%
21/7	0,005%	n.d.	0,005%

Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
21/9	0,023%	n.d.	0,023%
24/4	n.d.	n.d.	n.d.
42/1	0,011%	n.d.	0,011%
42/3	0,012%	n.d.	0,012%
42/9	0,005%	n.d.	0,005%
45/1	0,020%	n.d.	0,020%
45/8	n.d.	n.d.	n.d.
45/10	0,006%	n.d.	0,006%
51/1	0,058%	0,025%	0,083%
51/4	0,098%	0,027%	0,125%
51/5	0,050%	0,058%	0,108%
52/1	0,01%	n.d.	0,01%
52/2	0,002%	n.d.	0,002%
52/4	0,004%	n.d.	0,004%
52/6	0,006%	n.d.	0,006%
53/4	0,008%	0,177%	0,185%
53/6	0,002%	0,064%	0,066%
53/8	0,004%	0,032%	0,036%
53/9	n.d.	0,059%	0,059%
53/10	n.d.	0,046%	0,046%
54/3	0,015%	n.d.	0,015%
54/4	n.d.	n.d.	n.d.
55/4	0,003%	n.d.	0,003%
55/10	0,009%	n.d.	0,009%
59/3	0,004%	n.d.	0,004%
59/10	0,007%	n.d.	0,007%
77/2	0,002%	n.d.	0,002%
77/5	0,004%	0,081%	0,085%
77/6	0,003%	n.d.	0,003%
78/4	0,003%	0,060%	0,063%
78/7	0,006%	n.d.	0,006%
78/10	0,011%	n.d.	0,011%
78/11	0,003%	n.d.	0,003%

Um die Ergebnisse aus Tabelle 2 (Seite 18f) überschaubar darzustellen, wurden hier ebenfalls 3 Balkendiagramme angefertigt (Abb. 9, Seite 20f):

Abbildung 9: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 2

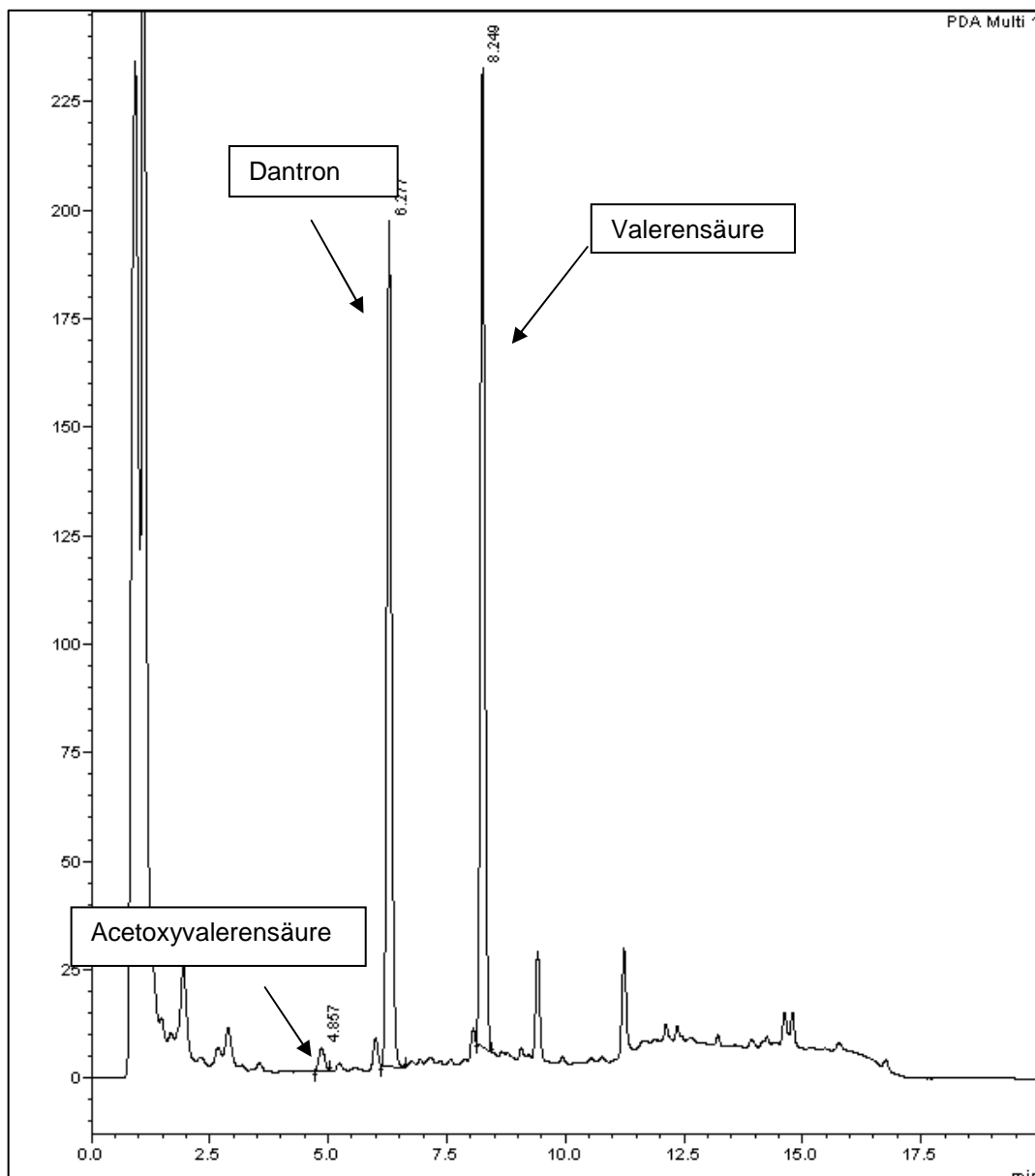




Verglichen mit den diploiden Individuen zeigten die Sesquiterpengehalte der tetraploiden Pflanzen nur geringfügige Unterschiede. Wie Tabelle 2 (Seite 18f) zeigt, konnte Acetoxyvalerensäure in den meisten Fällen nachgewiesen werden. Auch Valerensäure wurde bei den tetraploiden Pflanzen häufiger identifiziert, als bei den diploiden.

Allerdings entsprach lediglich Individuum 53/4 (Abb. 10, Seite 22) mit 0,185% den Anforderungen der Ph.Eur.

Abbildung 10: Chromatogramm von Individuum 53/4



Auffallend an Individuum 53/4 (Abb. 10, Seite 22) war der verhältnismäßig hohe Gehalt an Valerensäure (siehe Tab.2, Seite 18f) und die kaum vorhandene Acetoxyvalerensäure (vgl. Abb.5, Seite 12). Die Ph.Eur. beurteilt allerdings nicht die Einzelkomponenten, sondern lediglich den Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren, weswegen Pflanze 53/4 trotz der ungleichen Verteilung der Sesquiterpensäuren Arzneibuchqualität aufweist.

Auch hier werden stellvertretend für alle vermessenen tetraploiden *V. officinalis* Individuen die Chromatogramme von 5/6, 45/8, 51/5 und 53/10 (Abb.11, 12, 13 ,14; Seite 23f) dargestellt:

Abbildung 11: Chromatogramm von Individuum 5/6

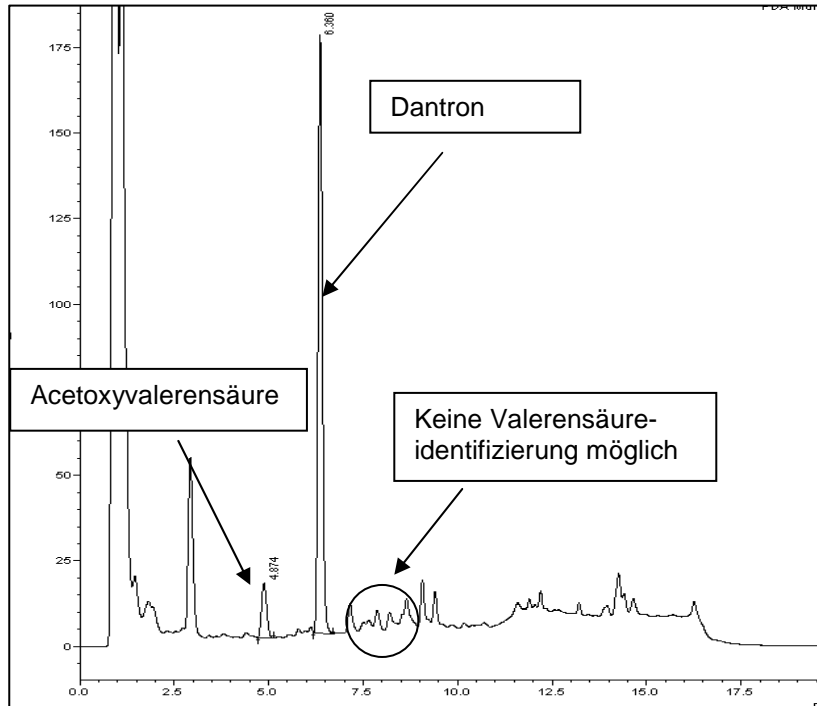


Abbildung 12: Chromatogramm von Individuum 45/8

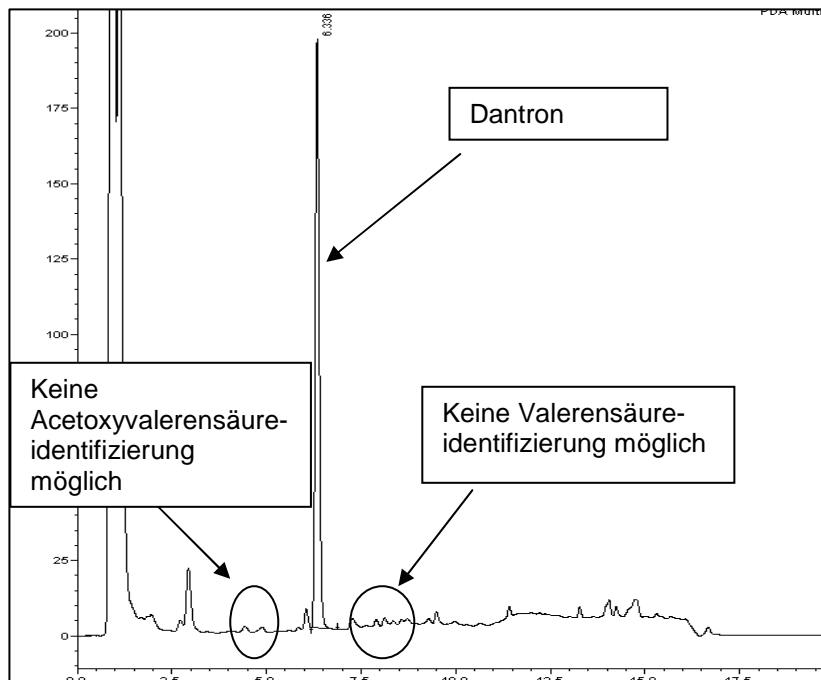


Abbildung 13: Chromatogramm von Individuum 51/5

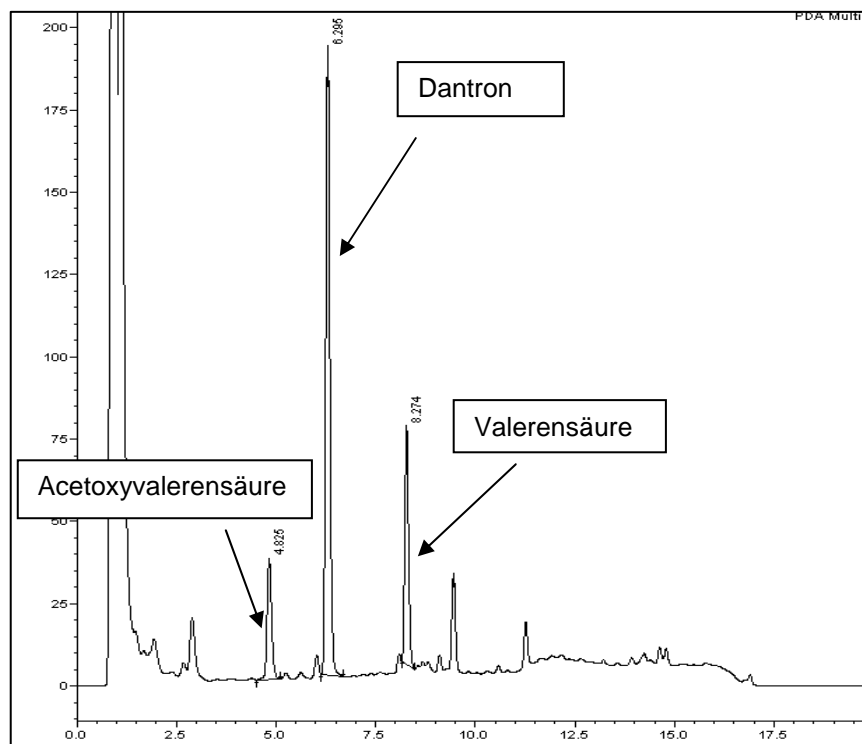
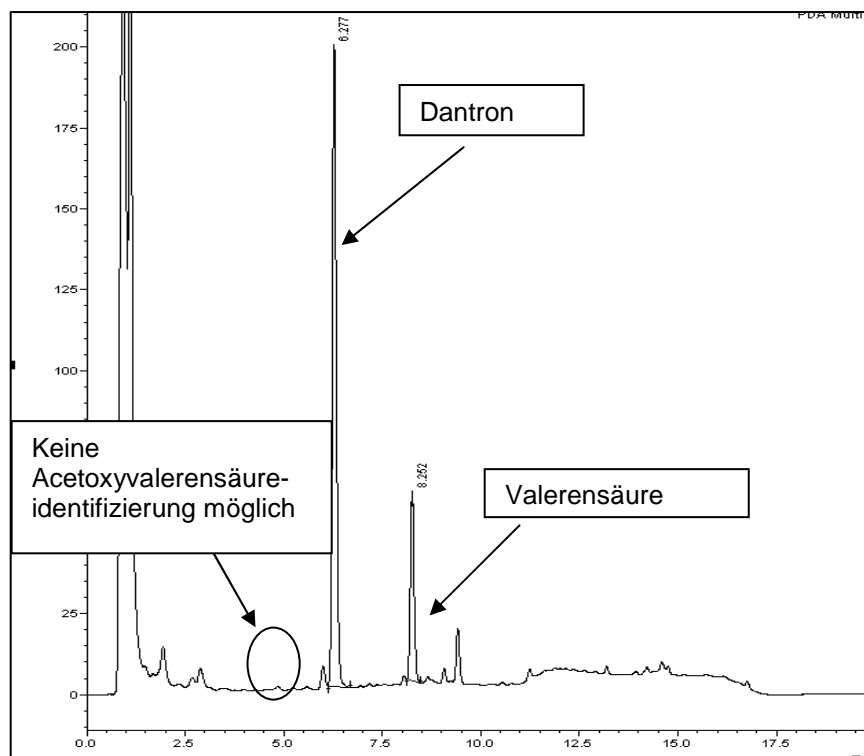


Abbildung 14: Chromatogramm von Individuum 53/10



Aufgrund der Gesamtgehalte an Sesquiterpensäuren (siehe Tab.2, Seite 18f) muss auch hier angemerkt werden, dass, abgesehen von Individuum 53/4, keine der vermessenen tetraploiden Pflanzen die Anforderungen der Ph.Eur. erfüllt.

3.1.1.3 Octoploide Individuen

Neben den 36 diploiden und 55 tetraploiden wurden noch 169 octoploide Individuen extrahiert und vermessen. Tabelle 3 (Seite 25ff) zeigt die Einzel- und Gesamtgehalte an Sesquiterpensäuren:

Tabelle 3: Einzel- und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in octoploiden *V. officinalis* Individuen

Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
12/2	0,153%	0,021%	0,174%
12/3	0,247%	0,073%	0,320%
12/6	0,152%	0,025%	0,177%
12/7	0,014%	0,130%	0,144%
14/6	0,088%	0,023%	0,111%
14/8	0,351%	0,144%	0,496%
14/10	0,022%	0,186%	0,208%
15/1	0,050%	n.d.	0,050%
15/3	0,168%	0,313%	0,481%
15/4	0,051%	0,007%	0,058%
15/5	0,276%	0,145%	0,421%
15/6	0,011%	n.d.	0,011%
18/1	0,206%	0,092%	0,298%
18/2	0,299%	0,101%	0,4%
18/3	0,417%	0,168%	0,586%
18/5	0,261%	0,081%	0,342%
18/7	0,229%	0,119%	0,348%
19/3	0,425%	0,231%	0,656%
19/4	0,143%	0,118%	0,261%
19/6	0,187%	0,115%	0,302%
19/7	0,334%	0,145	0,479%

Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
19/10	0,278%	0,093%	0,371%
20/1	0,113%	0,025%	0,138%
20/2	0,028%	n.d.	0,028%
20/4	0,118%	0,047%	0,165%
20/6	0,127%	0,023%	0,150%
20/7	0,138%	0,021%	0,159%
20/8	0,169%	0,046%	0,215%
20/9	0,014%	n.d.	0,014%
22/1	0,093%	0,019%	0,112%
22/2	0,056%	0,017%	0,073%
22/3	0,184%	0,046%	0,230%
22/5	0,110%	0,022%	0,132%
26/2	0,124%	0,067%	0,191%
26/4	0,100%	0,086%	0,186%
26/5	0,009%	0,189%	0,198%
26/7	0,013%	n.d.	0,013%
26/8	0,131%	n.d.	0,131%
27/1	0,142%	0,086%	0,228%
27/4	0,008%	n.d.	0,008%
27/5	0,089%	0,020%	0,109%
27/9	0,010%	0,005%	0,015%
27/10	0,265%	0,106%	0,371%
28/1	0,163%	0,030%	0,193%
28/4	0,124%	0,041%	0,165%
28/5	0,141%	0,042%	0,183%
28/8	0,070%	0,020%	0,090%
28/10	0,005%	n.d.	0,005%
30/2	0,012%	n.d.	0,012%
30/5	0,004%	n.d.	0,004%
30/6	0,151%	0,033%	0,184%
30/9	0,154%	0,041%	0,195%
30/10	0,128%	0,036%	0,164%
32/4	0,227%	0,151%	0,378%
32/8	0,006%	n.d.	0,006%
32/9	0,007%	n.d.	0,007%
32/12	n.d.	0,063%	0,063%
32/13	0,032%	0,027%	0,059%

Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
33/2	0,073%	0,050%	0,123%
33/7	0,107%	0,017%	0,124%
33/8	0,152%	0,039%	0,191%
33/9	0,046%	0,016%	0,062%
33/11	0,014%	n.d.	0,014%
34/2	0,105%	0,036%	0,141%
34/3	0,016%	n.d.	0,016%
34/6	0,105%	n.d.	0,105%
34/11	0,119%	0,023%	0,142%
35/2	0,381%	0,105%	0,486%
35/3	0,293%	0,154%	0,447%
35/5	0,529%	0,136%	0,665%
35/8	0,249%	0,118%	0,367%
35/9	0,395%	0,136%	0,531%
36/3	0,157%	0,113%	0,270%
36/4	0,099%	0,026%	0,125%
36/6	0,154%	0,090%	0,244%
36/7	0,216%	0,233%	0,449%
36/8	0,077%	0,021%	0,098%
37/1	0,269%	0,170%	0,439%
37/3	0,187%	0,076%	0,263%
37/4	0,385%	0,148%	0,533%
37/9	0,270%	0,099%	0,369%
37/10	0,227%	0,091%	0,318%
38/1	0,376%	0,226%	0,602%
38/2	0,191%	0,026%	0,217%
38/6	0,478%	0,269%	0,747%
38/8	0,342%	0,187%	0,529%
39/1	0,305%	0,190%	0,495%
39/3	0,112%	0,018%	0,130%
39/4	0,033%	0,008%	0,041%
39/8	0,278%	0,114%	0,392%
39/10	0,294%	0,158%	0,452%
40/4	0,458%	0,394%	0,852%
40/5	0,293%	0,176%	0,469%
40/9	0,302%	0,129%	0,431%
40/14	0,294%	0,209%	0,503%

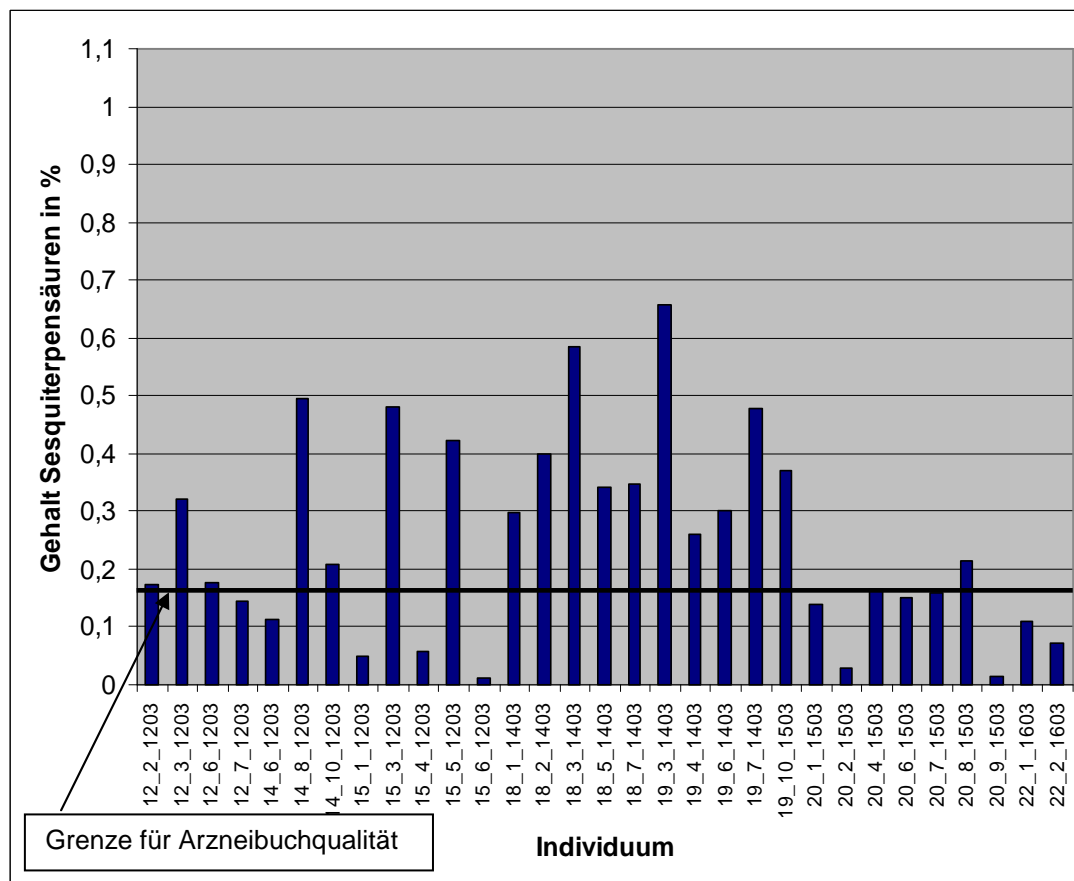
Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
40/16	0,281%	0,077%	0,358%
47/1	0,214%	0,148%	0,362%
47/3	0,070%	0,111%	0,181%
47/4	0,258%	0,079%	0,337%
47/5	0,040%	n.d.	0,040%
48/1	0,679%	0,332%	1,011%
48/3	0,308%	0,208%	0,516%
48/4	0,623%	0,435%	1,058%
48/11	0,268%	0,295%	0,563%
48/13	0,417%	0,197%	0,614%
56/3	0,053%	0,013%	0,066%
56/4	0,177%	0,258%	0,435%
56/7	0,109%	0,044%	0,153%
56/14	0,040%	0,044%	0,084%
57/2	0,164%	0,164%	0,328%
57/3	0,159%	0,069%	0,228%
57/5	0,156%	0,061%	0,217%
57/6	0,162%	0,088%	0,250%
57/17	0,087%	0,015%	0,102%
58/1	0,012%	0,007%	0,019%
58/7	0,412%	0,168%	0,580%
58/9	0,285%	0,039%	0,324%
58/11	0,014%	n.d.	0,014%
58/15	0,118%	0,014%	0,132%
60/4	0,094%	0,037%	0,131%
60/5	0,089%	0,035%	0,124%
60/7	0,118%	0,049%	0,167%
60/8	0,141%	0,071%	0,212%
60/9	0,006%	n.d.	0,006%
61/1	0,014%	n.d.	0,014%
61/3	0,095%	0,095%	0,190%
61/4	0,174%	0,082%	0,256%
61/8	0,133%	0,028%	0,161%
62/2	0,142%	0,124%	0,266%
62/6	0,171%	0,064%	0,235%
62/8	0,230%	0,119%	0,349%
62/12	0,082%	0,079%	0,161%

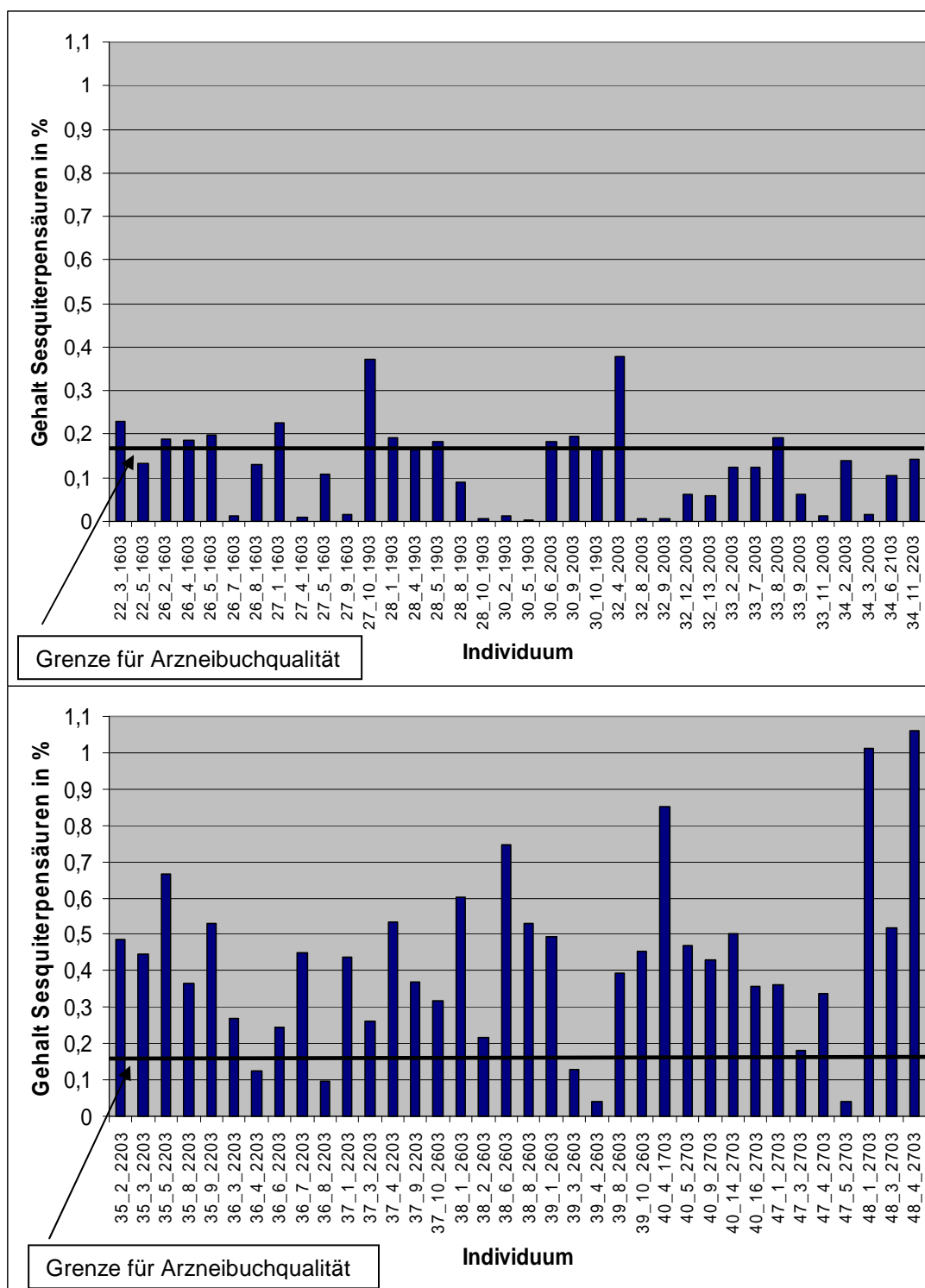
Probe	Gehalt an Acetoxyvalerensäure	Gehalt an Valerensäure	Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren
62/16	0,078%	0,032%	0,110%
63/5	0,007%	n.d.	0,007%
63/6	0,412%	0,125%	0,537%
63/14	0,145%	0,059%	0,204%
63/16	0,224%	0,131%	0,355%
64/4	0,015%	n.d.	0,015%
64/5	0,010%	0,098%	0,108%
64/9	0,009%	n.d.	0,009%
64/10	0,078%	0,038%	0,116%
64/14	0,009%	n.d.	0,009%
66/2	0,348%	0,200%	0,548%
66/8	0,206%	0,143%	0,349%
66/10	0,252%	0,194%	0,446%
66/12	0,076%	0,011%	0,087%
66/14	0,363%	0,125%	0,488%
67/11	0,194%	0,121%	0,315%
67/14	0,121%	0,056%	0,177%
67/15	0,130%	0,017%	0,147%
67/16	0,121%	0,029%	0,150%
67/17	0,011%	n.d.	0,011%
68/2	0,097%	0,073%	0,170%
68/8	0,193%	0,098%	0,291%
68/9	0,257%	0,103%	0,360%
68/16	0,005%	0,003%	0,008%
69/2	0,008%	n.d.	0,008%
69/3	0,011%	n.d.	0,011%
69/4	0,031%	n.d.	0,031%
69/5	0,009%	n.d.	0,009%
69/11	0,169%	0,048%	0,217%
71/1	0,141%	0,145%	0,286%
71/3	0,095%	0,042%	0,137%
71/6	0,113%	0,028%	0,141%
71/9	0,218%	0,074%	0,292%
71/10	0,152%	0,059%	0,211%
72/1	0,169%	0,033%	0,202%
72/3	0,108%	0,053%	0,161%
72/7	0,084%	0,013%	0,097%

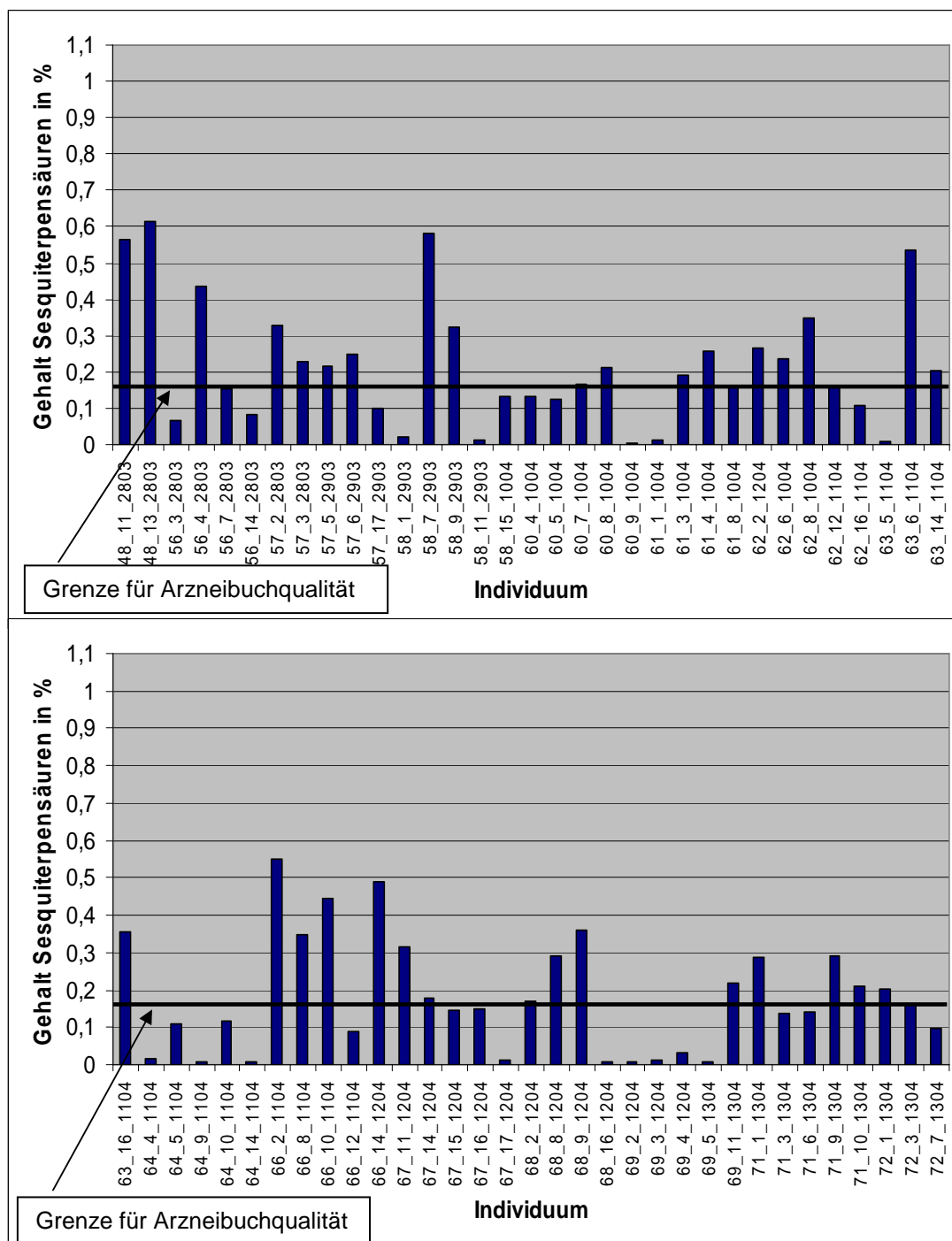
Auch in Tabelle 3 (Seite 25ff) steht n.d. für nicht detektierbar, da entweder keine oder nur sehr kleine Peaks die Identifizierung der gesuchten Sesquiterpensäuren nicht ermöglichten.

Die folgenden Balkendiagramme sollen die Ergebnisse aus Tabelle 3 erneut übersichtlich darstellen (Abb. 15, Seite 30ff):

Abbildung 15: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 3





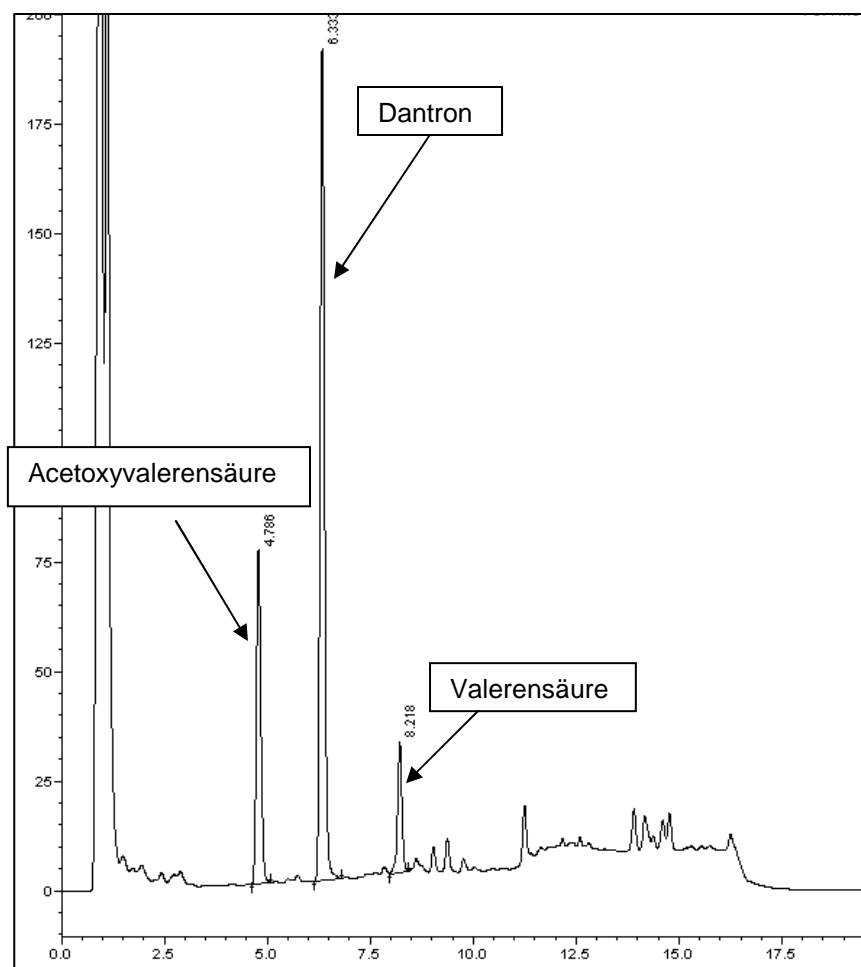


Da bereits nach den ersten Messungen ersichtlich war, dass die octoploiden Individuen, im Gegensatz zu den bereits vermessenen di- und tetraploiden Proben, einen überdurchschnittlich hohen Gehalt an Sesquiterpensäuren aufwiesen, wurden 169 Extrakte vermessen.

Hervorzuheben ist, dass der Gesamtgehalt nicht nur zwischen den Populationen, sondern auch zwischen den einzelnen Pflanzen einer Population stark schwankte (vgl. Tabelle 3, Seite 25ff).

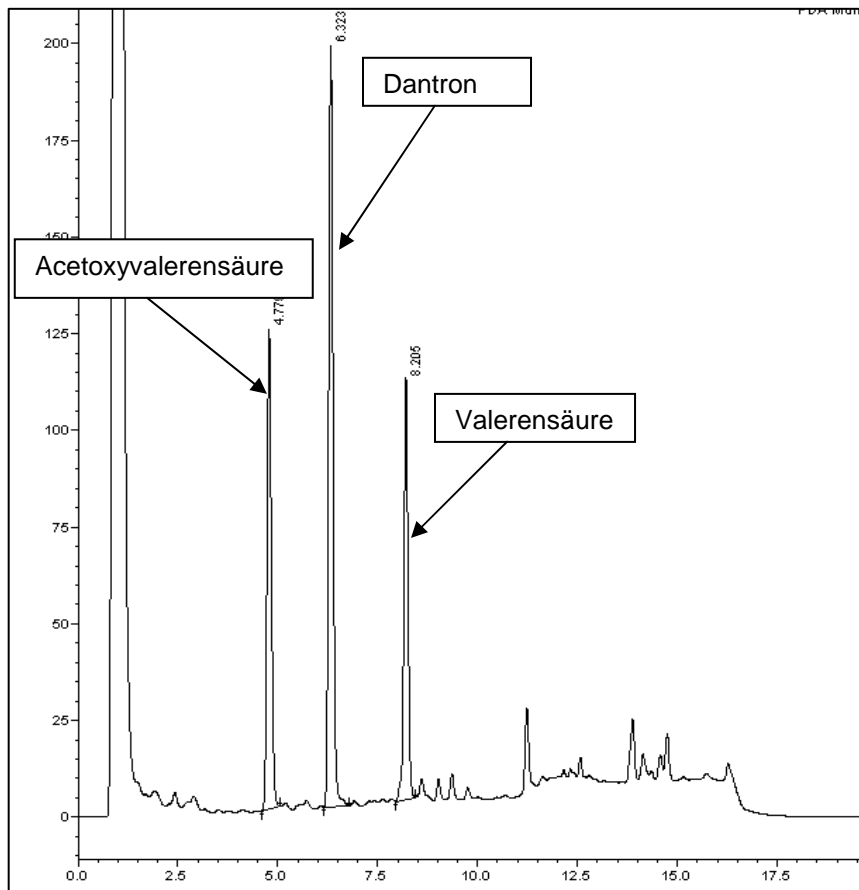
Des Weiteren war auffällig, dass auch das Verhältnis der Sesquiterpensäuren sowohl zwischen, als auch in den Populationen beträchtliche Unterschiede aufwies. Als Beispiel sollen hier die Proben 36/4, 36/6, 36/7 (Abb. 16, 17, 18, Seite 33ff) dienen. Durch diese Population kann sowohl die Schwankung des Gesamtgehalts als auch die unterschiedliche Zusammensetzung der Sesquiterpensäuren sehr gut veranschaulicht werden:

Abbildung 16: Chromatogramm von Individuum 36/4



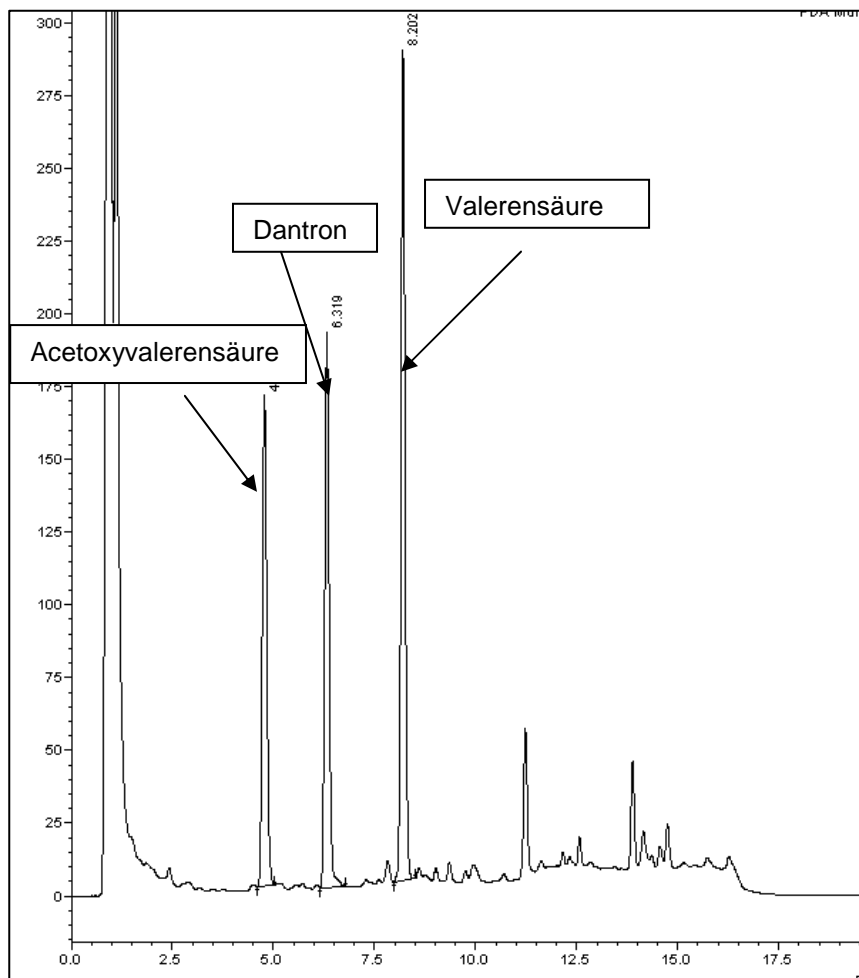
Individuum 36/4 (Abb. 16, Seite 33) wies einen Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren von 0,125%, wobei zu sehen war, dass die Acetoxyvalerensäure verhältnismäßig überwog.

Abbildung 17: Chromatogramm von Individuum 36/6



Im Vergleich mit 36/4 (Abb. 16, Seite 33) zeigte 36/6 (Abb. 17, Seite 34) den doppelten Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren, nämlich 0,244% und ein ausgewogenes Verhältnis von Acetoxyvalerensäure und Valerensäure.

Abbildung 18: Chromatogramm von Individuum 36/7

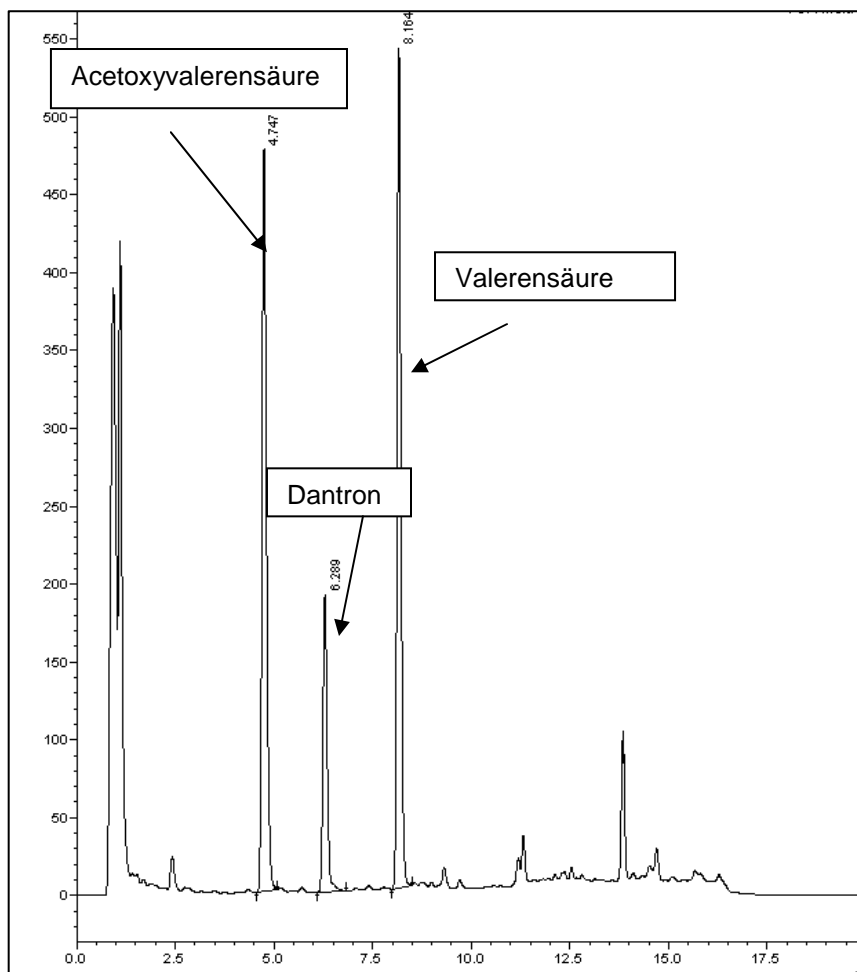


36/7 (Abb. 18, Seite 35) hatte mit 0,449% den höchsten Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in dieser Population. Gleichzeitig war hier das veränderte Verhältnis an Acetoxyvalerensäure und Valerensäure verglichen mit 36/4 und 36/6 (Abb.16, 17, Seite 33f) deutlich zu erkennen.

Abgesehen von jenen Individuen, in denen eine der beiden Sesquiterpensäuren nicht detektierbar war, entspricht jedes der 169 vermessenen octoploiden Individuen einem der gezeigten Chromatogramme, wobei der Gesamtgehalt und die Zusammensetzung der Sesquiterpensäuren variieren. Der Grund für diese Variationen selbst innerhalb einer Population ist nicht klar, da die Pflanzen unter gleichen Bedingungen in Einheitserde im Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien (siehe Kap. 2.1.2, Seite 6) gezogen wurden.

Eine Vielzahl der vermessenen Extrakte wies einen überdurchschnittlich hohen Gehalt an Sesquiterpensäuren auf, besonders hervorzuheben ist hierbei die Population 48. Individuum 48/4 zeigte bei der Messung einen Gesamtgehalt von 1,058% (Abb.19, Seite 36):

Abbildung 19: Chromatogramm von Individuum 48/4



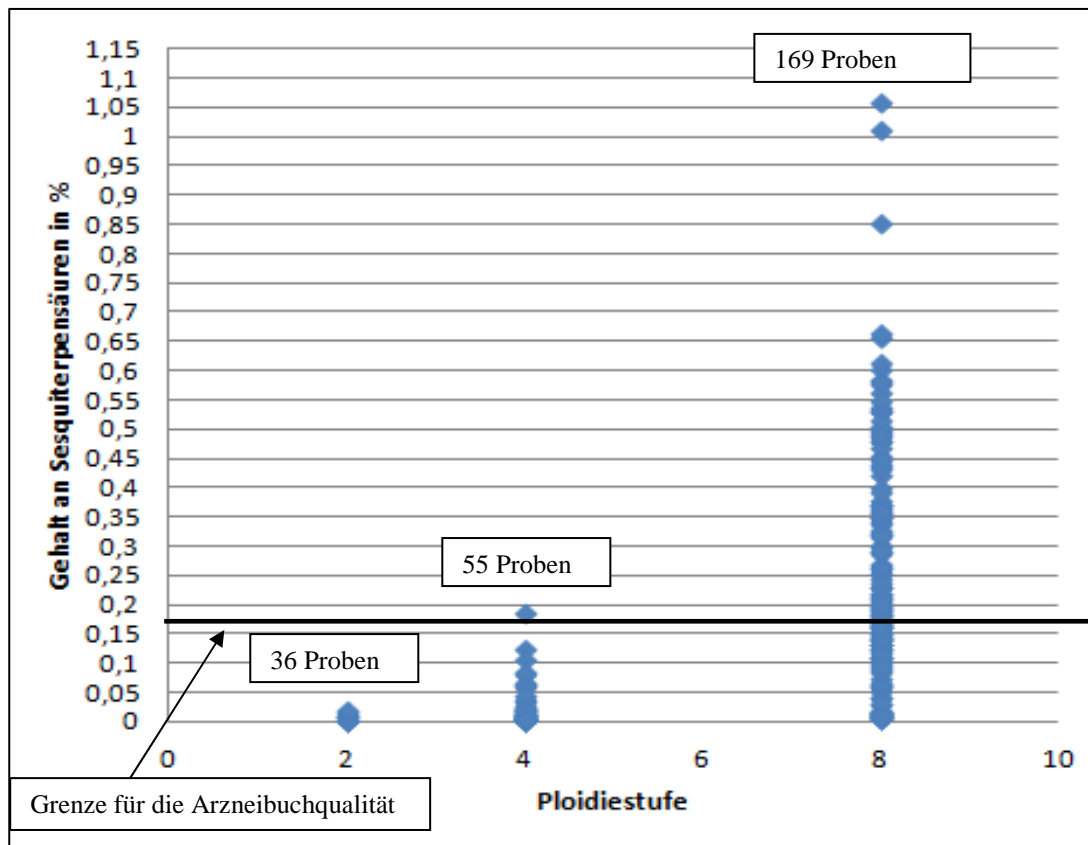
Verglichen mit anderen Chromatogrammen überragten die Peaks der Sesquiterpensäuren den Standard deutlich, woraus sich bereits auch optisch ein sehr hoher Gehalt erahnen ließ.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei der Mehrzahl der Extrakte die gesuchten Sesquiterpensäuren eindeutig identifiziert werden konnten und dass ein Großteil der Pflanzen den Kriterien der Ph.Eur. entspricht.

3.1.2 Korrelation des Gehalts an Sesquiterpensäuren mit der Ploidiestufe

Durch die Messungen der 260 di-, tetra- und octoploiden Individuen konnten sowohl beträchtliche Unterschiede im Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren, als auch im Verhältnis an Acetoxyvalerensäure und Valerensäure festgehalten werden (siehe Kap. 3.1.1, Seite 11). Um einen Überblick über die vielen Messungen zu erhalten, wird im Folgenden versucht, mithilfe eines Diagramms einen Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Sesquiterpensäuren und der Ploidiestufe herzustellen (Abb.20, Seite 37):

Abbildung 20: Korrelation des Gesamtgehalts an Sesquiterpensäuren mit der Ploidiestufe



Aus diesem Diagramm kann eine eindeutige Korrelation zwischen dem Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren und der Ploidiestufe nachgewiesen werden. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass von den octoploiden Individuen die meisten Extrakte vermessen wurden, allerdings kann aus Abbildung 20 (Seite 37) auch abgeleitet werden, dass ungefähr zwei Drittel

der Pflanzen Arzneibuchqualität aufweisen, wohingegen nur ein tetraploides und kein diploides Individuum die Anforderungen der Ph.Eur. erfüllen.

3.2 GC-Analyse des ätherischen Öls

3.2.1 Quantifizierung des ätherischen Öls und Korrelation des Gehalts mit der Ploidiestufe

Die zur Gehaltsbestimmung des ätherischen Öls vorgeschriebene Wasserdampfdestillation konnte aufgrund der geringen Probenmenge nicht durchgeführt werden, weswegen die in Kapitel 2.3.2 (Seite 9) beschriebene Methode angewendet wurde.

Um die beiden Extraktionsmethoden miteinander zu vergleichen, wurde mit einem Handelsmuster (geschnittene Droge, Chargennummer: W10201066, Kottas Pharma) eine Wasserdampfdestillation durchgeführt, um den Gehalt an ätherischem Öl zu bestimmen. Die Ph.Eur. fordert für die geschnittene Droge einen Gehalt von mindestens 0,3% [6], allerdings ergab die Wasserdampfdestillation nur 0,025% ätherisches Öl.

Um auch ohne Destillation eine Quantifizierung zu ermöglichen, wurde Menthol als interner Standard eingesetzt.

Das durch Extraktion von 100mg Droge am Ultraschallbad erhaltene Extrakt derselben, frisch gemahlenden Handelsdroge, wurde anschließend mittels GC vermessen und der Gesamtgehalt an ätherischem Öl folgendermaßen bestimmt:

$$\text{Peakfläche}_{\text{Gesamt}} - \text{Peakfläche}_{\text{Menthol}} = \text{Peakfläche}_{\text{Neu}}$$

$$\text{Peakfläche}_{\text{Menthol}} \cdot \dots \dots \dots \text{Einwaage Menthol in mg/ml CH}_2\text{Cl}_2$$

$$\text{Peakfläche}_{\text{Neu}} \cdot \dots \dots \dots x$$

$$x = \text{Gehalt an ätherischem Öl in \%}$$

Die Berechnung zeigte, dass die beiden Methoden nicht miteinander verglichen werden konnten. Durch das Ultraschallbad wurden offenbar mehr

lipophile, flüchtige Komponenten extrahiert und daher zeigte die Berechnung einen insgesamt höheren Gehalt an ätherischem Öl.

Das bedeutete, dass durch die angewendete Methode eine der Ph.Eur. vergleichbare Gehaltsbestimmung nicht möglich war, allerdings konnten durch diese Extraktion die Populationen und Einzelindividuen miteinander verglichen werden, obwohl nur sehr geringe Probenmengen vorhanden waren.

Von den 410 gesammelten Individuen wurden 250 mittels GC vermessen. Es handelte sich dabei um 49 diploide, 90 tetraploide und 111 octoploide Pflanzen.

In Tabelle 4 (Seite 39ff) werden die vermessenen Proben, deren Gehalt an ätherischem Öl und die Ploidiestufe dargestellt:

Tabelle 4: 250 vermessene Proben, inklusive Gehalt an ätherischem Öl und Ploidiestufe

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Plodiestufe
3/1 (Data001)	0,900%	2
3/4 (Data002)	0,440%	2
3/8 (Data003)	0,703%	2
14/2 (Arth015a)	0,482%	2
29/1 (0805009)	0,598%	2
29/2 (0805010)	0,541%	2
29/4 (0805011)	1,087%	2
29/6 (0805012)	0,636%	2
29/7 (0805013)	1,026%	2
30/8 (0805017)	0,469%	2
34/4 (0905008)	1,064%	2
34/7 (0905009)	0,264%	2
34/9 (0905010)	0,258%	2
42/2 (1005104)	0,925%	2
46/8 (1405008)	1,109%	2
46/9 (1405009)	0,870%	2
46/10 (1405010)	0,984%	2
49/1 (1005016)	0,631%	2
49/6 (1005017)	0,236%	2
49/7 (1005018)	0,581%	2
49/8 (1505002)	0,658%	2
49/9 (1505003)	0,745%	2
50/4 (1505004)	0,476%	2
50/7 (1505005)	0,551%	2
50/8 (1505006)	0,466%	2
70/1 (0406001)	0,461%	2
70/2 (0506001)	1,020%	2
70/4 (1106001)	0,191%	2

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Ploidiestufe
70/7 (1106002)	0,782%	2
70/8 (1106003)	0,644%	2
73/1 (0506006)	0,559%	2
73/5 (0506007)	0,327%	2
74/2 (0506008)	0,262%	2
74/6 (0506009)	0,189%	2
75/4 (0506010)	1,096%	2
75/7 (0506011)	1,159%	2
75/9 (1106008)	0,918%	2
76/3 (0506012)	1,185%	2
76/5 (0506013)	0,582%	2
76/8 (1106009)	0,466%	2
76/9 (1106010)	0,489%	2
76/10 (1106011)	0,921%	2
79/1 (0506018)	0,717%	2
79/2 (0506019)	0,352%	2
80/1 (0506020)	0,496%	2
80/3 (0506021)	0,523%	2
80/6 (1106015)	0,321%	2
80/8 (1106016)	0,559%	2
80/9 (1106017)	0,442%	2
4/2 (Arth003)	0,295%	4
4/3 (Arth004)	0,531%	4
4/4 (Arth002)	0,819%	4
4/5 (Arth005)	0,424%	4
5/5 (Arth006)	0,443%	4
5/6 (Arth007)	0,792%	4
5/7 (Arth008)	1,134%	4
5/9 (Arth009)	0,323%	4
6/1 (Arth010)	0,530%	4
6/4 (Arth011)	0,368%	4
6/5 (3004001)	0,532%	4
6/9 (Arth013)	1,537%	4
7/6 (Arth014)	1,343%	4
7/10 (Arth001)	0,427%	4
9/8 (Arth015)	0,485%	4
10/1 (Arth016)	0,877%	4
10/2 (Arth001a)	0,473%	4
10/6 (Arth002a)	1,866%	4
10/7 (Arth003a)	1,093%	4
10/9 (Arth004a)	0,590%	4
11/4 (Arth005a)	0,340%	4
11/7 (Arth006a)	0,920%	4
13/3 (Arth012a)	0,670%	4
13/4 (Arth11a)	0,789%	4
13/7 (Arth013a)	0,613%	4
13/10 (Arth014a)	0,558%	4
16/1 (0205018)	0,202%	4
16/4 (0205019)	0,196%	4
16/5 (0205020)	0,269%	4
16/8 (0205021)	0,466%	4

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Ploidiestufe
17/3 (0205013)	0,858%	4
17/9 (0205022)	0,650%	4
21/2 (0405005)	0,951%	4
21/3 (0405006)	0,644%	4
21/5 (Data010)	0,993%	4
21/7 (Data003a)	0,388%	4
21/9 (Data008)	0,372%	4
23/2 (Data006)	0,638%	4
23/6 (Data002a)	0,912%	4
23/9 (Data001a)	0,762%	4
23/10 (Data004)	0,657%	4
24/4 (Data014)	0,476%	4
24/7 (Data015)	0,460%	4
25/2 (Data016)	0,921%	4
25/3 (Data017)	0,780%	4
31/5 (0805019)	0,683%	4
31/6 (0905001)	0,520%	4
31/8 (0905003)	0,532%	4
42/1 (1005013)	0,470%	4
42/3 (1005015)	0,628%	4
42/9 (1005016)	0,374%	4
43/1 (1005017)	0,543%	4
43/3 (1005018)	0,312%	4
43/4 (1005019)	0,618%	4
43/6 (1405001)	0,034%	4
43/7 (1405002)	0,554%	4
44/3 (1405003)	0,481%	4
44/4 (1505001)	0,242%	4
44/5 (1405004)	0,680%	4
45/1 (1405005)	1,005%	4
45/8 (1405006)	0,985%	4
45/10 (1405007)	0,346%	4
51/1 (1505007)	0,420%	4
51/3 (1505008)	0,458%	4
51/4 (1505009)	0,375%	4
52/1 (1505010)	0,535%	4
52/2 (1505011)	0,512%	4
52/4 (1505012)	0,152%	4
52/6 (1505013)	0,335%	4
53/4 (1505014)	0,488%	4
53/6 (1505015)	0,291%	4
53/8 (1505016)	0,248%	4
53/9 (1505017)	0,230%	4
53/10 (1505018)	0,203%	4
54/3 (3005002)	1,326%	4
54/4 (3005003)	0,387%	4
55/4 (3005004)	0,195%	4
55/10 (3005005)	0,431%	4
59/3 (3005013)	0,306%	4
59/10 (3005014)	0,348%	4
65/4 (3105010)	0,138%	4

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Ploidiestufe
65/6 (3105011)	0,408%	4
65/9 (3105012)	0,438%	4
77/2 (0506014)	0,582%	4
77/5 (0506015)	0,435%	4
77/6 (1106012)	0,629%	4
78/4 (0506016)	0,255%	4
78/7 (0506017)	0,511%	4
78/10 (1106013)	0,450%	4
78/11 (1106014)	0,305%	4
12/2 (Arth007a)	0,326%	8
12/3 (Arth008a)	0,772%	8
12/6 (Arth009a)	0,481%	8
12/7 (Arth010a)	0,310%	8
14/6 (Arth016a)	0,334%	8
14/8 (Arth017a)	0,877%	8
14/10 (Arth018)	0,718%	8
15/1 (Arth019)	0,312%	8
15/3 (Arth020)	0,562%	8
15/4 (0205014)	0,167%	8
15/5 (0205015)	0,371%	8
15/6 (0205016)	0,438%	8
15/10 (0205017)	0,223%	8
18/2 (0205027)	0,884%	8
18/3 (0205023)	0,718%	8
18/5 (0205024)	0,861%	8
18/7 (0205025)	0,300%	8
19/3 (0205026)	0,627%	8
19/4 (0205028)	0,364%	8
19/6 (0205029)	0,447%	8
19/7 (0205030)	0,929%	8
19/10 (0205031)	0,573%	8
20/1 (0205032)	0,384%	8
20/2 (0305001)	0,352%	8
20/4 (0305001a)	0,505%	8
20/6 (0405001)	0,279%	8
20/7 (0405002)	0,329%	8
20/8 (0405003)	0,357%	8
20/9 (0405004)	0,536%	8
22/1 (Data005)	0,310%	8
22/2 (Data011)	0,260%	8
22/3 (Data012)	0,387%	8
22/5 (Data009)	0,554%	8
22/8 (Data007)	0,950%	8
26/2 (Data019)	0,397%	8
26/4 (Data018)	0,355%	8
26/5 (Data020)	0,586%	8
26/7 (0805002)	0,593%	8
26/8 (0805003)	0,444%	8
27/5 (0805004)	0,248%	8
27/9 (0805005)	0,197%	8
28/1 (0805006)	0,391%	8

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Ploidiestufe
28/8 (0805007)	0,329%	8
28/10 (0805008)	0,174%	8
30/2 (0805014)	0,312%	8
30/5 (0805015)	0,239%	8
30/6 (0805016)	0,433%	8
30/9 (0805018)	0,570%	8
32/8 (0905004)	0,221%	8
32/9 (0905005)	0,543%	8
33/2 (0905006)	0,265%	8
33/7 (0905007)	0,683%	8
35/3 (0905011)	0,684%	8
35/5 (0905012)	0,789%	8
35/8 (0905013)	0,818%	8
35/9 (0905014)	1,522%	8
36/3 (0905015)	0,470%	8
36/4 (0905016)	0,303%	8
36/6 (0905017)	0,499%	8
36/7 (1005001)	0,830%	8
36/8 (1005002)	0,398%	8
37/3 (1005003)	0,372%	8
37/9 (1005004)	0,861%	8
37/10 (1005005)	0,747%	8
38/2 (1005006)	0,747%	8
38/6 (1005007)	1,754%	8
38/8 (1005008)	1,625%	8
39/3 (1005009)	0,391%	8
39/4 (1005010)	0,221%	8
39/8 (1005011)	0,455%	8
39/10 (1005012)	0,666%	8
47/3 (1405011)	0,488%	8
47/4 (1050012)	0,771%	8
47/5 (1005013)	0,568%	8
48/1 (1005014)	1,191%	8
48/4 (1005015)	0,950%	8
56/3 (3005006)	0,345%	8
56/4 (3005007)	1,103%	8
57/2 (3005008)	0,758%	8
57/3 (3005009)	0,366%	8
57/6 (3005010)	0,647%	8
58/7 (3005011)	0,857%	8
58/9 (3005012)	0,365%	8
60/4 (3005015)	0,289%	8
60/5 (3005016)	0,236%	8
60/7 (3005017)	0,307%	8
60/8 (3050018)	0,310%	8
61/1(3105001)	0,455%	8
61/3 (310502)	0,434%	8
61/5 (3005001)	0,490%	8
61/8 (3105003)	0,492%	8
62/2 (3105004)	0,554%	8
62/6 (3105005)	0,317%	8

Probe	Gehalt an ätherischem Öl	Ploidiestufe
62/8 (3105006)	0,407%	8
63/5 (3105007)	0,594%	8
64/4 (3105008)	0,326%	8
64/10 (3105009)	0,158%	8
66/8 (3105013)	0,292%	8
66/10 (3105014)	0,512%	8
68/2 (3105015)	0,339%	8
68/3 (3105016)	0,780%	8
68/8 (3105017)	0,501%	8
69/2 (3105018)	0,371%	8
71/1 (0506002)	0,554%	8
71/3 (0506003)	0,353%	8
71/6 (1106004)	0,264%	8
71/9 (1106005)	0,390%	8
71/10 (1106006)	0,383%	8
72/1 (0506004)	0,762%	8
72/3 (0506005)	0,595%	8
72/7 (1106007)	0,163%	8

Um die Ergebnisse aus Tabelle 4 (Seite 39ff) besser zu veranschaulichen, werden auch hier mehrere Balkendiagramme der di-, tetra- und octoploiden Proben dargestellt (Abb. 21, Abb. 22, Abb.23, Seite 45ff).

Abbildung 21: Balkendiagramme der diploiden Extrakte aus Tabelle 4

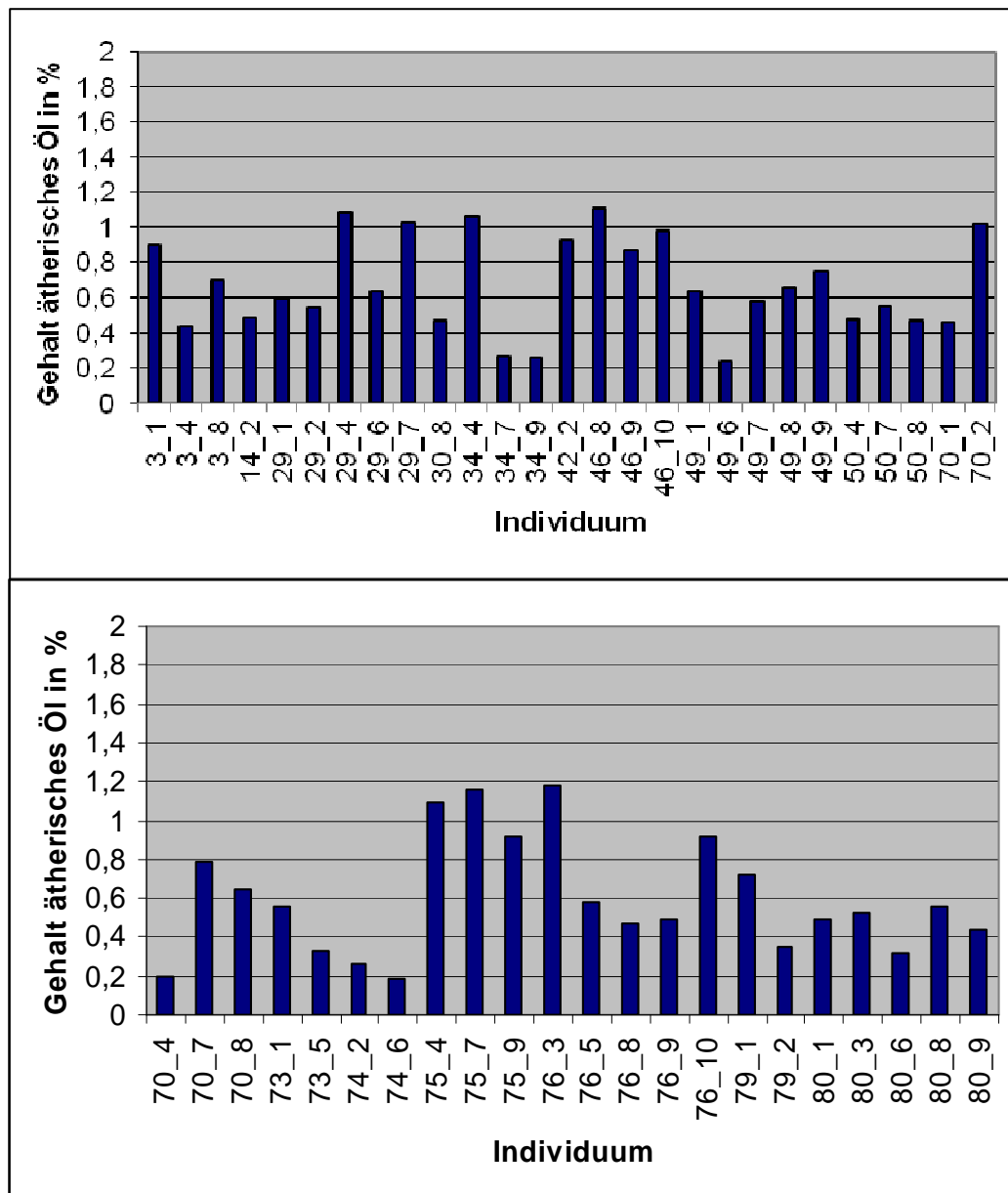


Abbildung 22: Balkendiagramme der tetraploiden Extrakte aus Tabelle 4

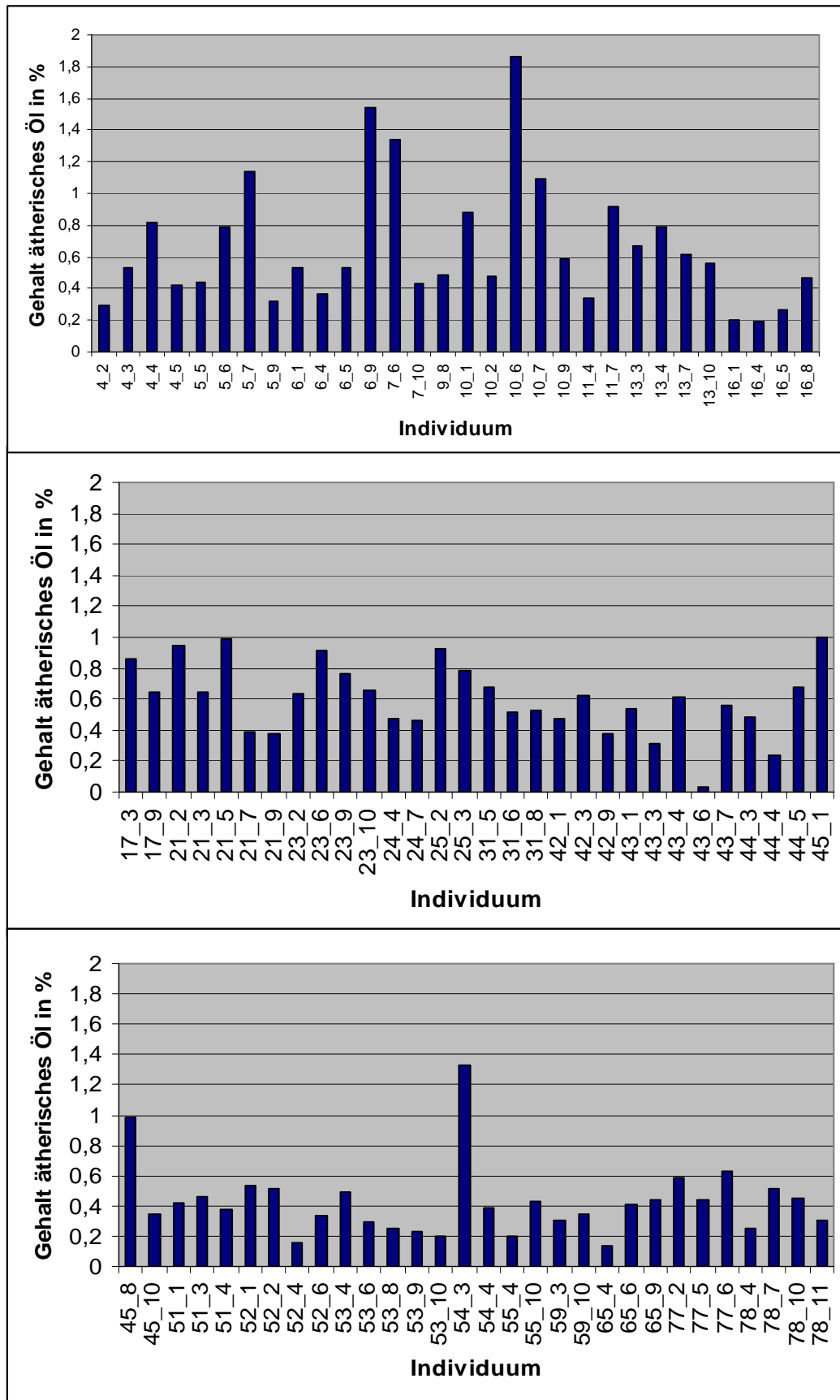
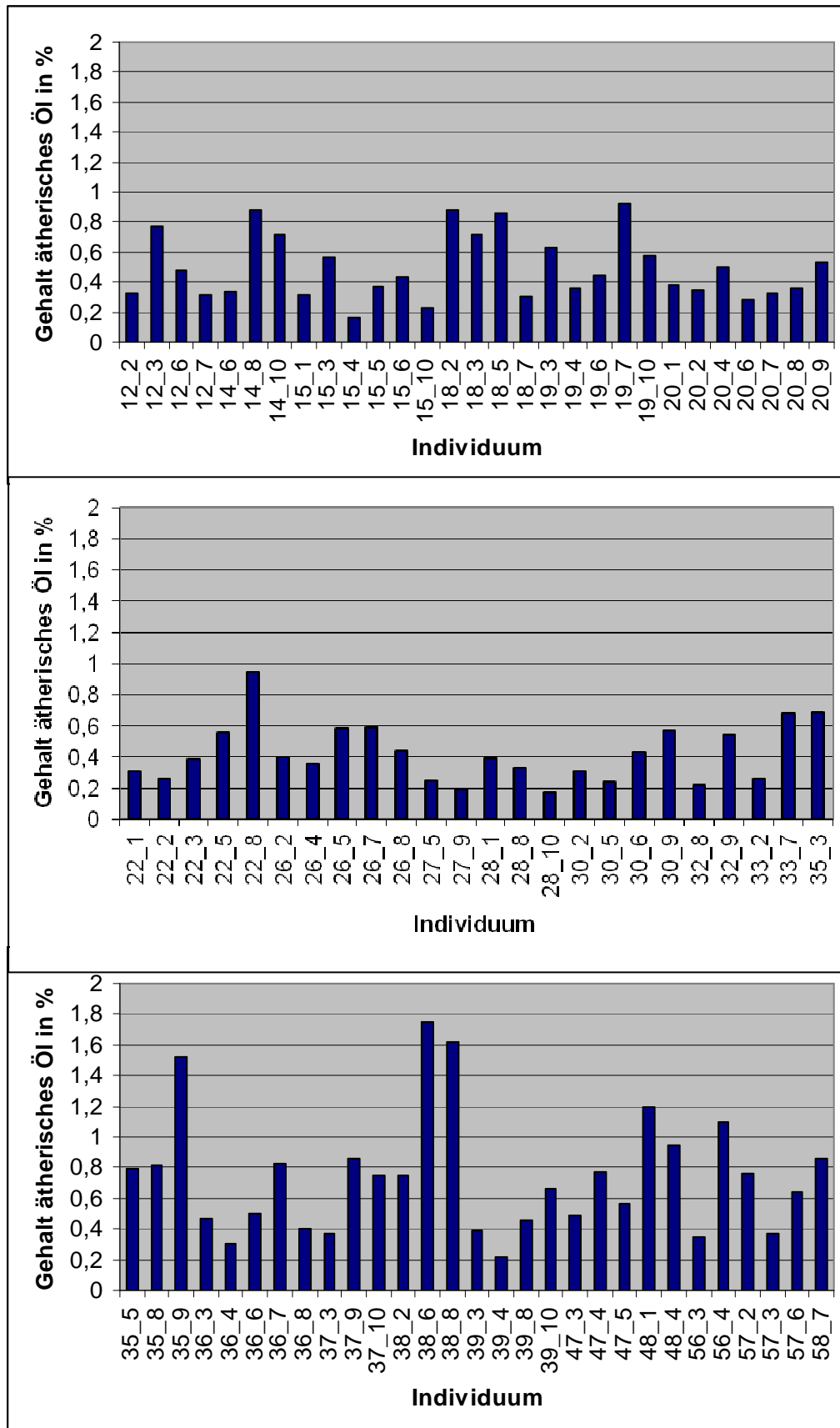
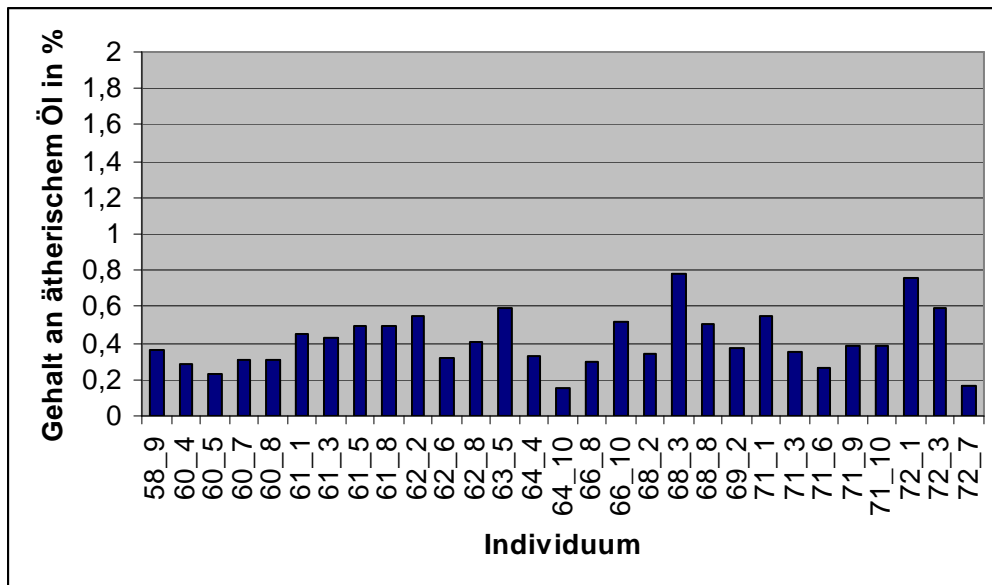


Abbildung 23: Balkendiagramme der octoploiden Extrakte aus Tabelle 4





Wie aus Tabelle 4 (Seite 39ff) und den Abbildungen 21, 22, und 23 (Seite 45ff) hervorgeht, variiert der Gesamtgehalt an ätherischem Öl ähnlich wie bei den Sesquiterpensäuren (siehe Kap.3.1.1, Seite 11) sowohl zwischen den Populationen, als auch innerhalb einer Population zum Teil beträchtlich.

Repräsentativ für alle vermessenen Extrakte sind die Chromatogramme von 4/3, 45/1 und 65/4 (Abb.24, 25, 26, Seite 48f):

Abbildung 24: Chromatogramm von Individuum 4/3

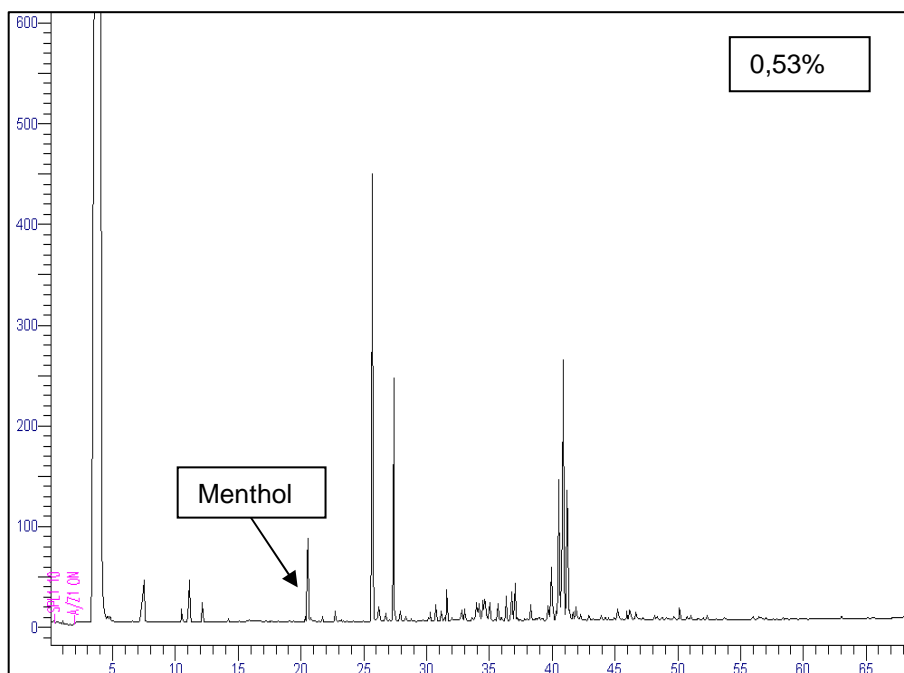


Abbildung 25: Chromatogramm von Individuum 45/1

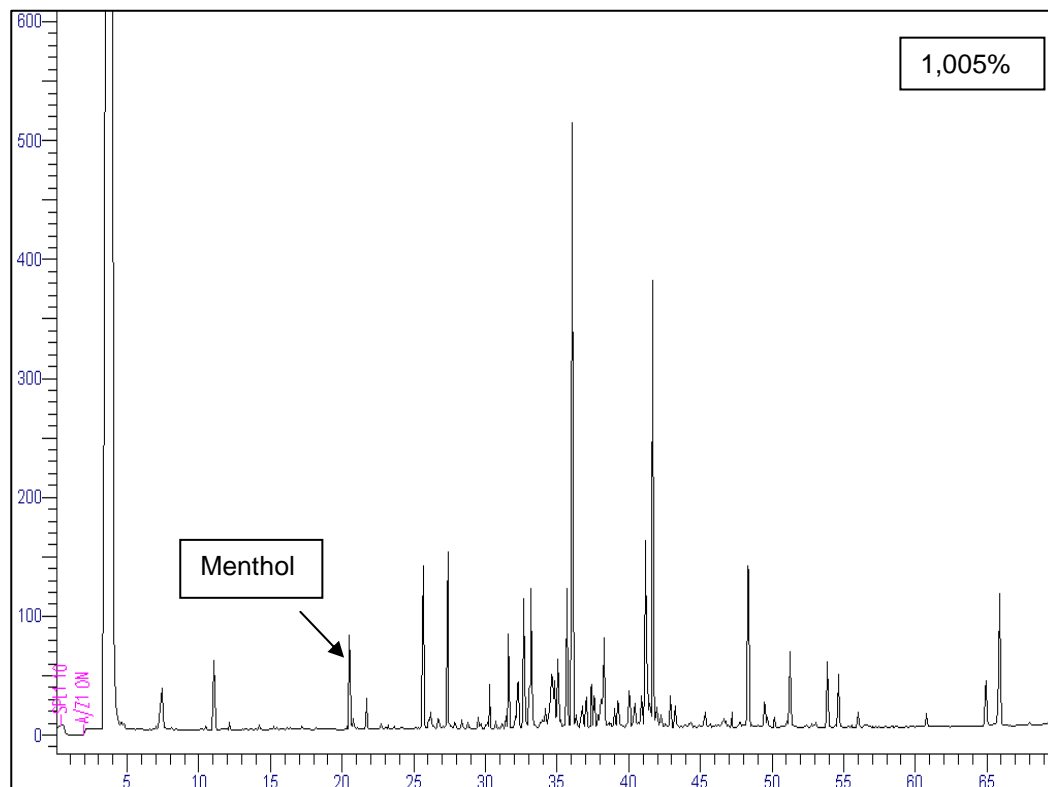
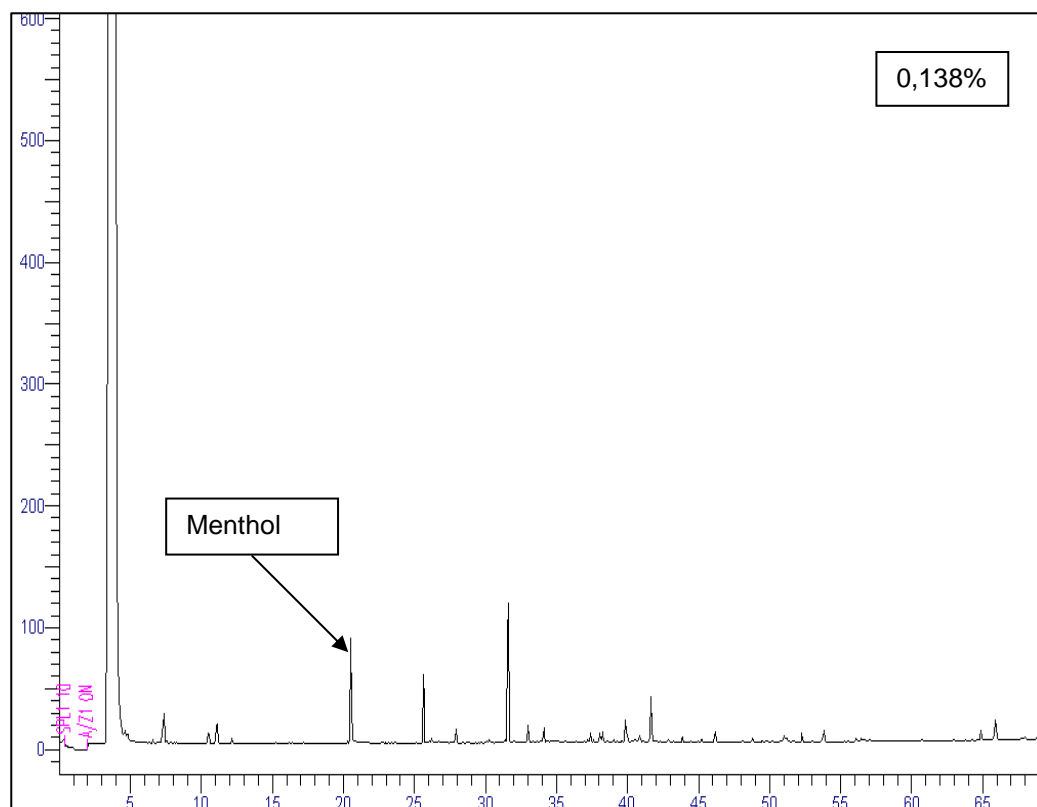


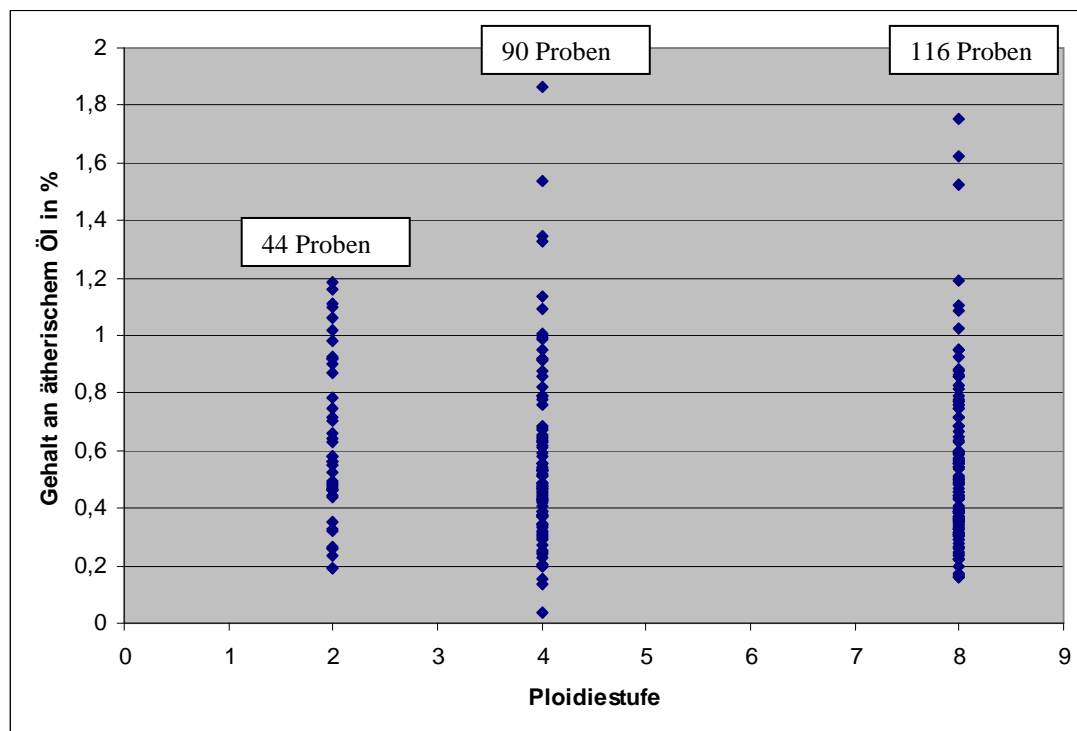
Abbildung 26: Chromatogramm von Individuum 65/4



Als Beispiele wurden in diesem Fall bewusst drei tetraploide Individuen (Abb.24, 25, 26, Seite 48f) verschiedener Populationen ausgewählt, die sich im Gehalt an ätherischem Öl stark unterscheiden. Diese Variationen treten ebenfalls in di- und octoploiden Pflanzen auf. Auch bei der Gehaltsbestimmung der Sesquiterpensäuren wurden ähnliche Ergebnisse festgehalten (siehe Kapitel 3.1.1, Seite 11), diese konnten eindeutig mit der Ploidiestufe in Zusammenhang gebracht werden.

Abbildung 27 (Seite 50) zeigt die Beziehung zwischen dem Gehalt an ätherischem Öl und der Ploidiestufe. Die gewählte Darstellung zeigt, dass die Schwankungsbreite des Gehalts in allen Ploidiestufen enorm und eine Korrelation somit nicht möglich ist.

Abbildung 27: Korrelation des Gehalts an ätherischem Öl mit der Ploidiestufe

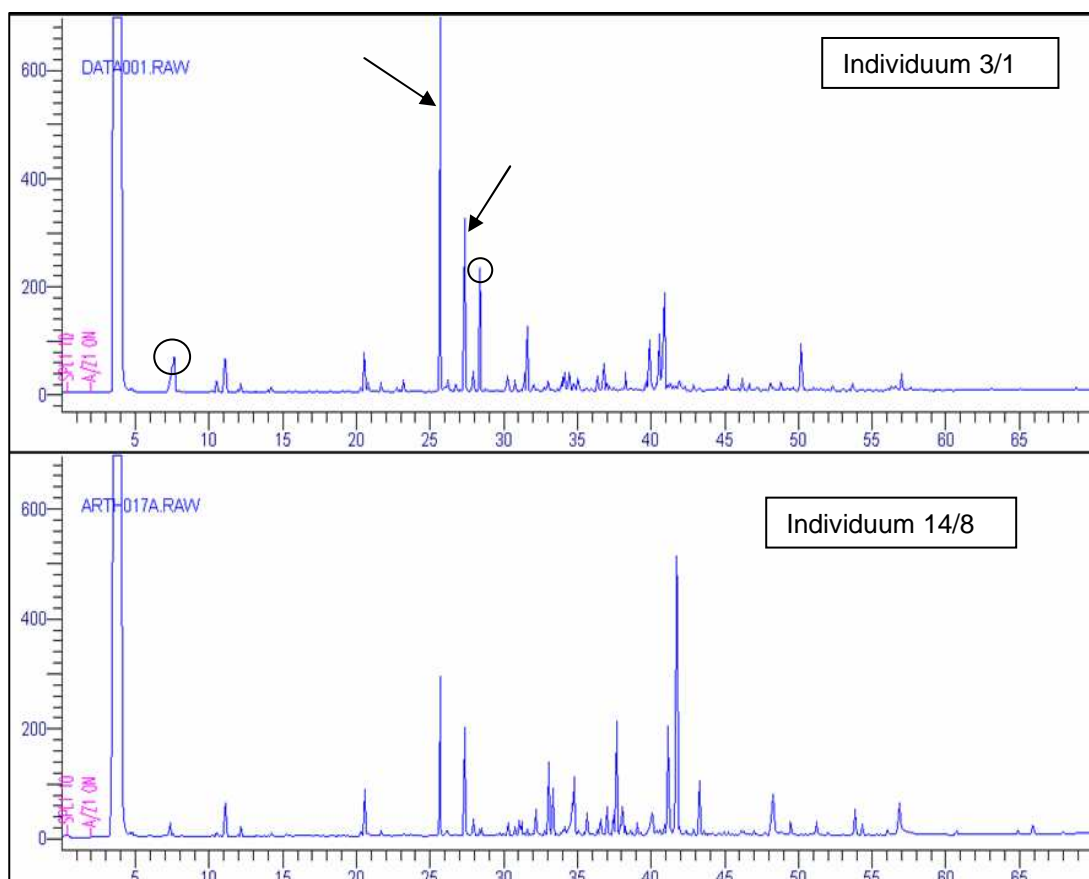


3.2.2 Qualitative und quantitative Unterschiede in der Zusammensetzung des ätherischen Öls

Bei der Vermessung der 250 *V. officinalis* L. s.l. Individuen zeigte sich bereits zu Beginn der Messungen, dass das ätherische Öl sowohl qualitativ als auch quantitativ stark variiert.

Die Extrakte von 3/1 und 14/8 (Abb. 28, Seite 51) weisen einen Gehalt an ätherischem Öl von 0,90% bzw. 0,88% auf. Aufgrund dieses Gehaltes könnte angenommen werden, dass sich die Chromatogramme der beiden gleichen. Abbildung 28 (Seite 51) verdeutlicht aber, dass trotz des ähnlichen Gesamtgehalts deutliche qualitative Unterschiede festgehalten werden konnten:

Abbildung 28: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 3/1 und 14/8

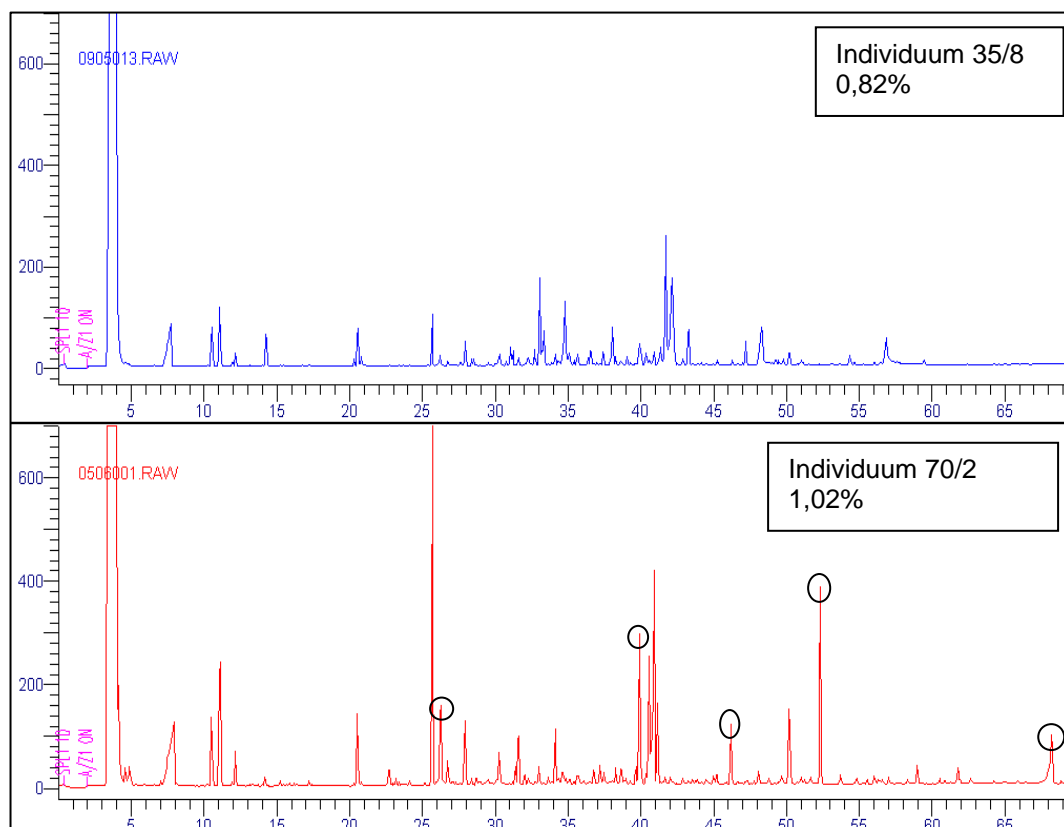


Die quantitativen Variationen, die in Abbildung 28 (Seite 51) mit Pfeilen markiert wurden, sind aufgrund der Höhe der Peaks in beiden

Chromatogrammen deutlich zu erkennen. Des Weiteren zeigt Individuum 3/1 zwei Peaks, welche in Abbildung 28 (Seite 51) mit Kreisen markiert wurden. Diese sind in 14/8 (Abb.28, Seite 51) nicht eindeutig identifizierbar, sodass dadurch auch von qualitativen Differenzen zwischen den beiden Individuen gesprochen werden kann.

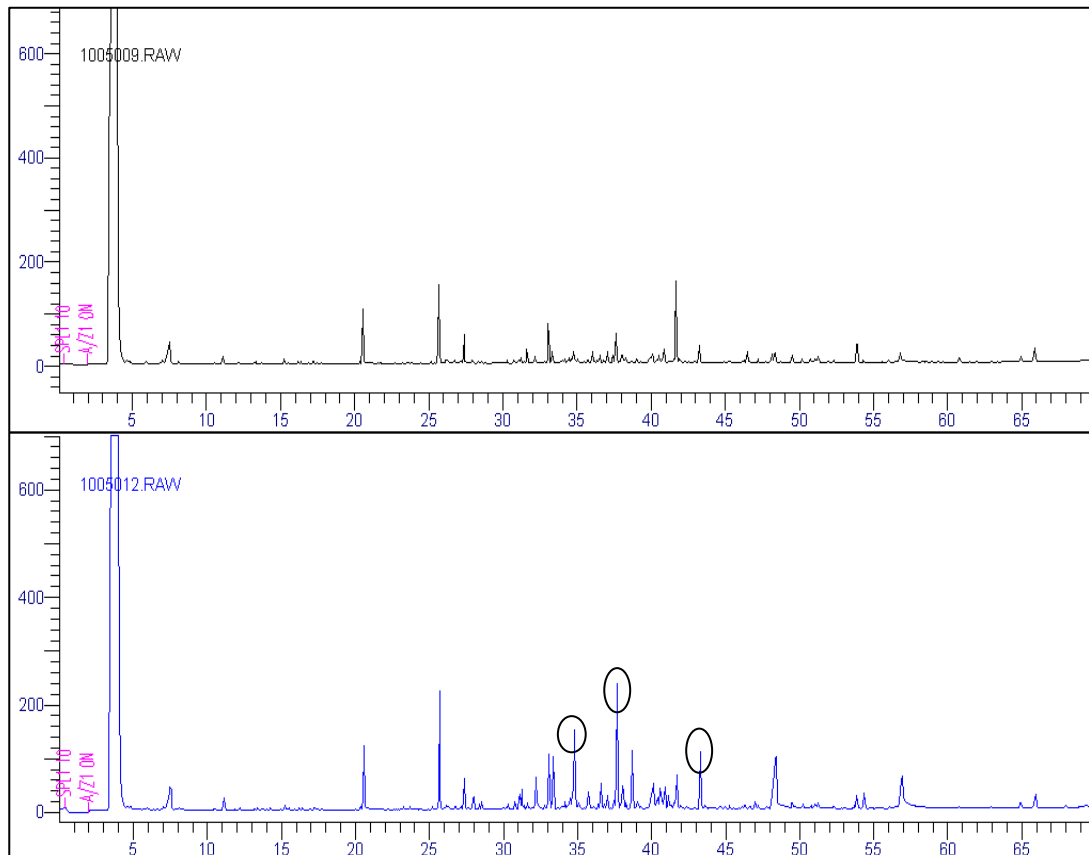
Zieht man für die Darstellung der qualitativen Unterschiede die Chromatogramme zweier Individuen unterschiedlicher Populationen heran, die sich auch im Gesamtgehalt signifikant unterscheiden, werden die Varianzen noch deutlicher (Abb. 29, Seite 52):

Abbildung 29: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 35/8 und 70/2



Vergleicht man nun die Komponenten des ätherischen Öls zweier Individuen derselben Population, zeigt sich ein ähnliches Bild (Abb. 30, Seite 53). Dadurch wird klar, dass sich die Schwankungen in der Zusammensetzung nicht nur auf die verschiedenen Populationen beschränken. Auch innerhalb einer Population konnten deutliche Variationen festgehalten werden.

Abbildung 30: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 39/3 und 39/10

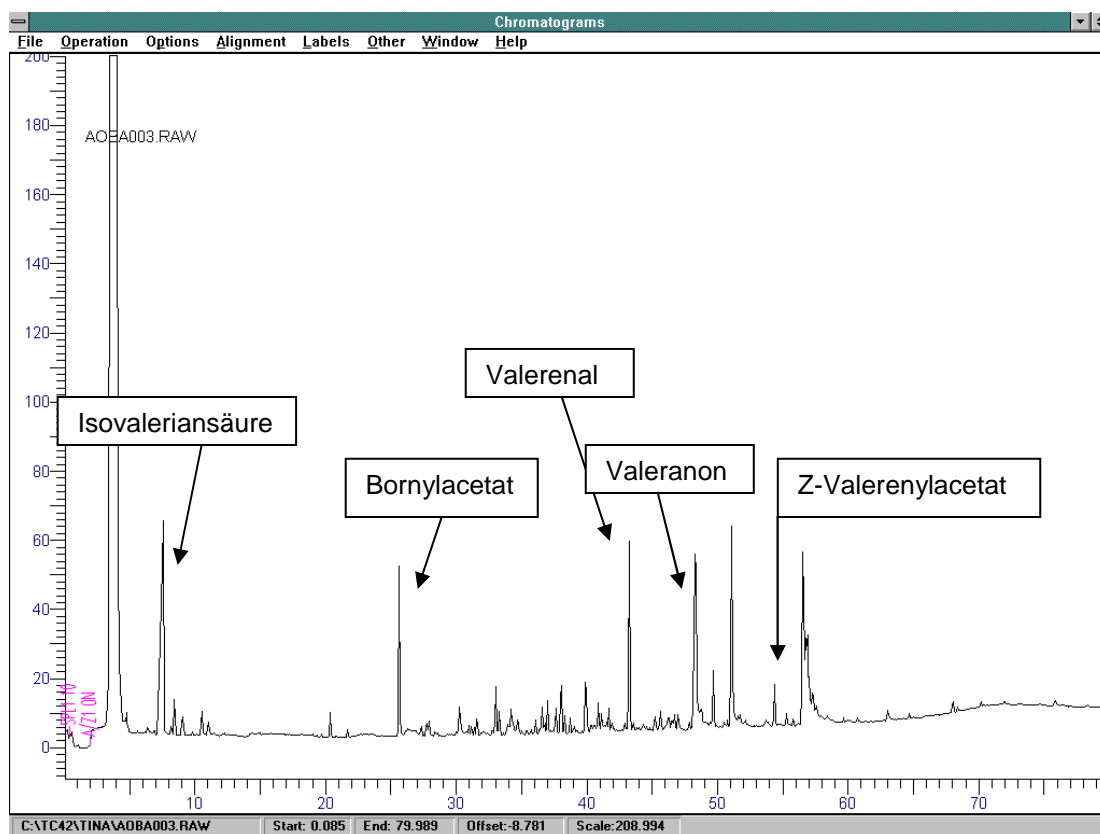


Da offensichtlich jedes der Individuen eine zumindest geringfügig andere qualitative und quantitative Zusammensetzung des ätherischen Öls aufweist, müsste eine statistische Auswertung der vorhandenen Chromatogramme durchgeführt werden, um eine mögliche Einteilung in diverse Chemotypen treffen zu können (siehe Kap. 4, Seite 55).

3.2.3 Versuch der Identifizierung der Peaks mittels GC-MS

Nachdem bereits in Kapitel 3.2.2 (Seite 51) die qualitativen und quantitativen Unterschiede in der Zusammensetzung des ätherischen Öls dargestellt wurden, folgte dann ein Versuch, die Peaks auch zu identifizieren. Das bei der Wasserdampfdestillation der Handelsdroge erhaltene Destillat (siehe Kap. 3.2.1, Seite 38) wurde anschließend mittels GC-MS vermessen und Abbildung 31 (Seite 54) zeigt die vorläufige Zuordnung der Peaks:

Abbildung 31: Vorläufige Zuordnung der Peaks



Es handelt sich hierbei um eine vorläufige Zuordnung, da nicht alle Substanzen in den Bibliotheken enthalten waren und somit Retentionszeiten beziehungsweise Kovats-Indizes herangezogen werden mussten. Da sich aber ein Großteil der Individuen zumindest geringfügig auch in der qualitativen Zusammensetzung des ätherischen Öls unterscheidet, hätte von allen 250 vermessenen Probe eine weitere GC-MS Analyse folgen müssen, was im Rahmen dieser Diplomarbeit aber nicht mehr möglich war.

4. Diskussion

Ziel dieser Diplomarbeit war die chemotaxonomische Erfassung zahlreicher Individuen der Sammelart *Valeriana officinalis* L.s.l.

Die Bestimmung des Gesamtgehalts an Sesquiterpensäuren erfolgte durch Vermessung der Extrakte mittels HPLC. Die Ergebnisse (siehe Kapitel 3.1.1, Seite 11) zeigten, dass sich der Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren eindeutig mit der Ploidiestufe korrelieren lässt, was bedeutet, dass in di- und den meisten tetraploiden Individuen nur Spuren von Sesquiterpensäuren identifizierbar waren. In den Extrakten der octoploiden Pflanzen hingegen waren zum Teil beträchtliche Mengen an Acetoxyvalerensäure und Valerensäure nachweisbar, wobei sowohl der Gesamtgehalt als auch das Verhältnis der beiden Säuren stark variierte. Diese Schwankungen beschränkten sich nicht nur auf die Populationen, die an verschiedenen Standorten und auf anderer Seehöhe gesammelt wurden. Auch die Einzelindividuen einer Population (gleicher Standort, gleiche Seehöhe) unterlagen diesen beträchtlichen Variationen. Der Grund dafür ist unklar, da die Individuen zwar an verschiedenen Stellen gesammelt worden waren, aber dann nach Wien in den Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien transferiert wurden, wo sie unter gleichen Bedingungen in Einheitserde kultiviert wurden (siehe Kapitel 2.1.2, Seite 6).

Ein möglicherweise interessanter Ansatzpunkt wäre, die Wurzeln direkt am Standort (siehe Anhang, Seite 60ff) zu ernten und damit eine Bestimmung der Sesquiterpensäuren durchzuführen. Man könnte unter Umständen eine Aussage darüber machen, ob sich der Gehalt durch das Umpflanzen und durch die dadurch veränderten klimatischen Verhältnisse verändert hat. Ist das nicht der Fall, muss allerdings auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die Unterschiede im Gesamtgehalt und im Verhältnis der Sesquiterpensäuren keinen Schluss auf einen Standort oder eine Seehöhe zulassen.

Die bisherigen Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine chemotaxonomische Einteilung der Sammelart *V. officinalis* L. s.l. auf Basis des vermessenen Probenkollektivs nicht möglich ist.

Die Resultate zeigen aber auch, dass der Gehalt an Sesquiterpensäuren, unabhängig von deren Verhältnis, bei den octoploiden Individuen signifikant höher ist, als bei di- oder tetraploiden Pflanzen.

Es konnte nachgewiesen werden, dass Extrakte mit einem hohen Gehalt an Sesquiterpensäuren GABA induzierte Chloridströme verstärken [8], wobei hier vor allem der Valerensäure eine besondere Bedeutung zukommt [7]. Aus den bisherigen Ergebnissen könnte also abgeleitet werden, dass sich Extrakte der octoploiden Pflanzen besonders gut für diesen phytotherapeutischen Einsatz eignen.

Neben den Sesquiterpensäuren wurde in dieser Diplomarbeit auch der Gesamtgehalt an ätherischem Öl bestimmt (siehe Kap. 2.3, Seite 9), wobei anhand der Chromatogramme deutliche qualitative und quantitative Unterschiede in der Zusammensetzung ersichtlich wurden (siehe Kap. 3.2.1, Seite 38; Kapitel 3.2.2, Seite 51).

Ähnlich wie der Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren unterliegt auch jener des ätherischen Öls starken Schwankungen. Diese wurden sowohl zwischen den verschiedenen Populationen, als auch innerhalb derselben Population beobachtet. Auch hier ist nicht klar, woraus diese zum Teil sehr großen Variationen resultieren. Hier würde ebenso die Möglichkeit bestehen, die Wurzeln am ursprünglichen Standort (siehe Anhang, Seite 60ff) zu sammeln und den Gehalt an ätherischem Öl zu bestimmen. So könnte ebenfalls ein Rückschluss auf eine etwaige Veränderung des Gehalts im Zuge der Umpflanzung getroffen werden. Aber ebenso wie bei den Sesquiterpensäuren muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die Variationen im Gehalt an ätherischem Öl keinen Schluss auf einen Standort oder eine Seehöhe erlauben.

Durch die gezeigten Ergebnisse wurde auch deutlich, dass nicht nur der Gehalt variiert, sondern auch die Zusammensetzung des ätherischen Öls qualitativ zum Teil sehr unterschiedlich ist (siehe Kapitel 3.2.2, Seite 51). Eine Möglichkeit, die Individuen in unterschiedliche Chemotypen einzuteilen, wäre die Identifizierung aller Peaks mittels GC-MS. Eine eindeutige und

vollständige Identifizierung war im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht mehr möglich, da aufgrund der Variationen eine GC-MS Analyse von allen 250 Individuen notwendig gewesen wäre. Ein Versuch, Peaks durch GC-MS zu identifizieren, gestaltete sich außerdem als schwierig, da eine eindeutige Zuordnung aufgrund mangelnder Vergleichsspektren meist nicht möglich war und zur Orientierung nur die Retentionszeiten bzw. Kovats-Indizes aus der Literatur herangezogen werden konnten (siehe Kap. 3.2.3, Seite 54).

Eine Möglichkeit, die *V. officinalis* L. s.l. Individuen in Gruppen mit ähnlicher Zusammensetzung zu unterteilen, wäre die Erstellung eines GC-Fingerprints. Dafür könnten alle Peaks herangezogen werden, die größer oder gleich der Fläche des internen Standards Menthol sind. Auf diese Art wäre eine Gruppierung möglich, die statistisch ausgewertet werden müsste.

Abschließend kann gesagt werden, dass durch die gezeigten Ergebnisse eine schnelle und eindeutige chemotaxonomische Zuordnung der Sammelart *V. officinalis* L. s.l. nicht möglich ist.

5. Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit befasste sich mit der chemotaxonomischen Charakterisierung der Sammelart *V. officinalis* L. s.l.

Es stand ein Kollektiv von 410 Proben zur Verfügung, die durch Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer in weiten Teilen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz gesammelt und in den Versuchsgarten der molekularen Systembiologie der Universität Wien nach Wien transferiert wurden. Die Wurzeln wurden anschließend geerntet, getrocknet und für die Analysen verarbeitet. Mittels HPLC wurde der Gehalt an Sesquiterpensäuren bestimmt. Für die Extraktion wurde die Methode der Ph.Eur. 5.0 herangezogen. Diese wurde optimiert, um die Analysenzeit zu verkürzen.

In den Ergebnissen zeigte sich trendmäßig, dass sich der Gehalt an Sesquiterpensäuren mit der Ploidiestufe korrelieren ließ. Somit erfüllten fast ausschließlich die octoploiden Individuen die Anforderungen der Ph.Eur.

Auffallend war das unterschiedliche Verhältnis an Acetoxyvalerensäure und Valerensäure sowohl zwischen als auch in den einzelnen Populationen, was aber für die Arzneibuchqualität keine Rolle spielt.

Mittels GC-Analyse wurde der Gehalt an ätherischem Öl ermittelt. Hier konnten die Individuen nur untereinander verglichen werden, da das Arzneibuch eine Wasserdampfdestillation zur Gehaltsbestimmung vorschreibt. Aufgrund der geringen Probenmenge von etwa 0,1-2,0g konnte diese nicht durchgeführt werden, weswegen dann die 100mg Droge mit Dichlormethan am Ultraschallbad extrahiert wurden.

In diesem Fall ließen sich die Ergebnisse nicht mit der Ploidiestufe korrelieren. Sowohl di-, tetra- als auch octoploide Pflanzen zeigten unterschiedlich hohe Gehalte an ätherischem Öl. Allerdings konnten qualitative und quantitative Unterschiede in der Zusammensetzung des ätherischen Öls sowohl zwischen als auch in den einzelnen Populationen festgehalten werden.

Aufgrund der Ergebnisse des vermessenen Probenkollektivs kann daher keine schnelle und eindeutige chemotaxonomische Zuordnung der Sammelart *V. officinalis* L. s.l. erfolgen.

6. Summary

The central aim of this diploma thesis was the phytochemical characterization of different *V. officinalis* L. s.l. individuals.

410 individuals have been collected in Austria, Germany and Switzerland by Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer and transferred to Vienna for cultivation. The roots were harvested, dried and afterwards extracted. The amount of sesquiterpenic acids was determined by HPLC. An optimized method from the Ph.Eur. 5.0 was used for extraction.

The results show that the amount of sesquiterpenic acids can be correlated to the ploidy level. This means that in most cases only octoploid individuals fulfill the requirements of the Ph.Eur. The results also show that there are remarkable differences in the ratio between Acetoxy- and Valerenic acid between as well as within the single populations but this is not relevant for the requirements of the Ph.Eur.

The amount of the essential oil was determined by GC. The Ph.Eur. demands a steam distillation but due to the small amount of drugs we could only achieve an extraction of 100mg drug in CH₂Cl₂ using an ultrasonic bath. In this case the results could not be correlated with the ploidy level. Di-, tetra- and octoploid individuals show different amounts of essential oil but qualitative and quantitative differences could be shown between as well as within the single populations.

Based on the results of the analyzed samples a quick and clear classification of the aggregate of *V. officinalis* is not possible.

7. Anhang

Standorte und Ploidiestufe der Populationen und Individuen

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
1	2	515	8	Bayern	48,27222	10,75066
1	5	515	8	Bayern	48,27232	10,7507
1	6	515	8	Bayern	48,27225	10,7505
1	7	515	8	Bayern	48,27233	10,75076
1	10	515	8	Bayern	48,27217	10,751
2	4	1500	8	Steiermark	47,73666	15,39388
2	5	1500	8	Steiermark	47,73666	15,39388
2	7	1500	8	Steiermark	47,73666	15,39388
2	8	1500	8	Steiermark	47,73666	15,39388
2	11	1500	8	Steiermark	47,73666	15,39388
3	1	399	2	Vorarlberg	47,48701	9,6261
3	4	399	2	Vorarlberg	47,48701	9,62583
3	5	399	2	Vorarlberg	47,48699	9,62574
3	7	399	2	Vorarlberg	-	-
3	8	399	2	Vorarlberg	47,48692	9,62547
4	2	418	4	Vorarlberg	47,39563	9,7134
4	3	418	4	Vorarlberg	47,39565	9,71338
4	4	418	4	Vorarlberg	47,39563	9,71306
4	5	418	4	Vorarlberg	47,39552	9,71351
4	6	418	4	Vorarlberg	47,39555	9,71386
5	1	629	4	Nordtirol	47,28749	11,01075
5	5	638	4	Nordtirol	47,28761	11,01096
5	6	630	4	Nordtirol	47,28766	11,01114
5	7	628	4	Nordtirol	47,28768	11,01128
5	9	645	4	Nordtirol	47,28758	11,0109
6	1	737	4	Nordtirol	47,18667	10,6421
6	2	741	4	Nordtirol	47,18638	10,64162
6	4	740	4	Nordtirol	47,18642	10,64148
6	5	747	4	Nordtirol	47,18643	10,64142
6	9	746	4	Nordtirol	47,1859	10,64046
7	6	713	4	Vorarlberg	47,21031	9,75977
7	7	695	4	Vorarlberg	47,21025	9,75974
7	9	703	4	Vorarlberg	47,21013	9,75988
7	10	697	4	Vorarlberg	47,21007	9,75988
7	15	694	4	Vorarlberg	47,21027	9,75983
8	1	488	2	Vorarlberg	47,24724	9,64861
8	5	481	2	Vorarlberg	47,2472	9,64854
8	10	486	2	Vorarlberg	47,24718	9,64834

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
8	14	481	2	Vorarlberg	47,24719	9,64847
8	15	486	2	Vorarlberg	47,24715	9,64849
9	5	469	4	Vorarlberg	47,21538	9,64281
9	6	472	4	Vorarlberg	47,21534	9,64264
9	8	463	4	Vorarlberg	47,21492	9,6422
9	14	468	4	Vorarlberg	47,21544	9,6431
9	16	461	4	Vorarlberg	47,21533	9,64224
10	1	422	4	Vorarlberg	47,38143	9,71698
10	2	416	4	Vorarlberg	47,38134	9,71697
10	6	426	4	Vorarlberg	47,38132	9,71664
10	7	430	4	Vorarlberg	47,38137	9,71687
10	9	426	4	Vorarlberg	47,38151	9,71687
11	4	535	4	Vorarlberg	47,17506	9,7656
11	6	535	4	Vorarlberg	47,175	9,7658
11	7	535	4	Vorarlberg	47,17503	9,76594
11	9	533	4	Vorarlberg	47,17504	9,76606
11	10	532	4	Vorarlberg	47,17478	9,76721
12	2	1134	8	Nordtirol	47,12094	10,6345
12	3	1139	8	Nordtirol	47,121	10,6344
12	6	1140	8	Nordtirol	47,12109	10,63456
12	7	1133	8	Nordtirol	47,12117	10,63463
12	10	1160	8	Nordtirol	47,12107	10,63467
13	3	868	4	Nordtirol	-	-
13	4	869	4	Nordtirol	47,11221	10,64703
13	6	854	4	Nordtirol	47,11227	10,64719
13	7	865	4	Nordtirol	47,11214	10,64734
13	10	869	4	Nordtirol	47,1122	10,64775
14	2	1187	2	Nordtirol	47,07678	10,65251
14	3	1190	2	Nordtirol	47,07673	10,65252
14	4	1191	2	Nordtirol	47,07671	10,65245
14	6	1195	8	Nordtirol	47,07699	10,65299
14	7	-	8	Nordtirol	-	-
14	8	1182	8	Nordtirol	47,07709	10,65301
14	10	1191	8	Nordtirol	47,07713	10,6533
15	1	1224	8	Nordtirol	47,12511	10,52198
15	3	1216	8	Nordtirol	47,12504	10,52197
15	4	1222	8	Nordtirol	47,12495	10,52209
15	5	1236	8	Nordtirol	47,12493	10,52212
15	6	1216	8	Nordtirol	47,12495	10,5219
15	10	1212	8	Nordtirol	47,12522	10,52215
16	1	1570	4	Nordtirol	47,01328	11,54313
16	3	1580	4	Nordtirol	47,01361	11,54401
16	4	1570	4	Nordtirol	47,01315	11,54422
16	5	1566	4	Nordtirol	47,01313	11,54425

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
16	8	1559	4	Nordtirol	47,01296	11,54517
17	1	728	4	Nordtirol	47,21516	10,7221
17	2	728	4	Nordtirol	47,21498	10,72221
17	3	724	4	Nordtirol	47,21511	10,7223
17	9	722	4	Nordtirol	47,21582	10,7221
18	1	1619	8	Nordtirol	47,13949	10,17025
18	2	1620	8	Nordtirol	47,13948	10,17026
18	3	1617	8	Nordtirol	47,13958	10,16998
18	5	1611	8	Nordtirol	47,13954	10,16993
18	7	1619	8	Nordtirol	47,13949	10,16986
19	3	1482	8	Nordtirol	47,13903	10,16276
19	4	1488	8	Nordtirol	47,13915	10,16271
19	6	1496	8	Nordtirol	47,13908	10,16247
19	7	1496	8	Nordtirol	47,13905	10,16239
19	10	1495	8	Nordtirol	47,13896	10,16253
20	1	1241	8	Nordtirol	47,1531	10,71555
20	2	1237	8	Nordtirol	47,15311	10,71543
20	4	1242	8	Nordtirol	47,15305	10,71515
20	6	1235	8	Nordtirol	47,15348	10,71558
20	7	1235	8	Nordtirol	47,15347	10,71559
20	8	1238	8	Nordtirol	47,15347	10,71552
20	9	1237	8	Nordtirol	47,15333	10,71557
21	2	1324	4	Nordtirol	46,95865	10,56629
21	3	1321	4	Nordtirol	46,95848	10,56634
21	5	1317	4	Nordtirol	46,95858	10,56615
21	7	1313	4	Nordtirol	46,95865	10,56605
21	9	1345	4	Nordtirol	46,95923	10,56648
22	1	1355	8	Nordtirol	46,95932	10,56531
22	2	1357	8	Nordtirol	46,88488	10,503
22	3	1356	8	Nordtirol	46,885	10,50298
22	5	1363	8	Nordtirol	46,88549	10,50262
22	8	1365	8	Nordtirol	46,88559	10,50218
23	2	967	4	Nordtirol	46,95099	10,5106
23	6	980	4	Nordtirol	46,95079	10,51033
23	8	971	4	Nordtirol	46,95063	10,51003
23	9	977	4	Nordtirol	46,94929	10,50832
23	10	1001	4	Nordtirol	46,94965	10,50847
24	2	1195	4	Nordtirol	46,9104	10,4955
24	3	1214	4	Nordtirol	46,91035	10,49566
24	4	1245	4	Nordtirol	46,91018	10,4958
24	7	1378	4	Nordtirol	46,90949	10,49651
24	12	1225	4	Nordtirol	46,91036	10,49571
25	2	949	4	Nordtirol	46,9999	10,58956
25	3	925	4	Nordtirol	47,00012	10,59029

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
25	7	955	4	Nordtirol	47,00091	10,59132
25	8	946	4	Nordtirol	47,00105	10,59145
25	9	945	4	Nordtirol	47,00123	10,59165
26	2	1375	8	Nordtirol	47,1498	10,75867
26	4	1404	8	Nordtirol	47,14999	10,75873
26	5	1387	8	Nordtirol	47,14966	10,75861
26	7	1380	8	Nordtirol	47,14974	10,75824
26	8	1377	8	Nordtirol	47,14962	10,75835
27	1	1139	8	Nordtirol	47,14791	10,40537
27	4	1137	8	Nordtirol	47,14798	10,4047
27	5	1139	8	Nordtirol	47,14798	10,40451
27	9	1141	8	Nordtirol	47,14807	10,40414
27	10	1140	8	Nordtirol	47,14808	10,40415
28	1	1416	8	Nordtirol	47,01226	10,29607
28	4	1381	8	Nordtirol	47,01239	10,29568
28	5	1402	8	Nordtirol	47,01244	10,29582
28	8	1403	8	Nordtirol	47,01241	10,2959
28	10	1407	8	Nordtirol	47,01232	10,29595
29	1	780	2	Nordtirol	47,25878	10,77456
29	2	791	2	Nordtirol	47,25884	10,77462
29	4	785	2	Nordtirol	47,25909	10,77511
29	6	781	2	Nordtirol	47,25914	10,77495
29	7	781	2	Nordtirol	47,2591	10,7748
30	1	-	8	Nordtirol	-	-
30	2	1161	8	Nordtirol	47,07703	10,95686
30	5	1171	8	Nordtirol	47,07719	10,95693
30	6	1169	8	Nordtirol	47,07726	10,95697
30	8	1166	2	Nordtirol	47,0773	10,95692
30	9	1158	8	Nordtirol	47,07734	10,9568
31	4	1165	4	Nordtirol	47,08241	10,96338
31	5	1167	4	Nordtirol	47,08244	10,96341
31	6	1168	4	Nordtirol	47,08243	10,96348
31	8	1173	4	Nordtirol	47,08236	10,96341
31	9	1128	4	Nordtirol	47,08265	10,96375
32	4	1362	8	Nordtirol	47,06846	10,84504
32	8	1351	8	Nordtirol	47,06808	10,84517
32	9	1350	8	Nordtirol	47,06804	10,84516
32	12	1360	8	Nordtirol	47,06856	10,84501
32	13	1364	8	Nordtirol	47,06849	10,84504
33	2	1868	8	Nordtirol	-	-
33	7	1866	8	Nordtirol	46,87094	10,92709
33	8	1870	8	Nordtirol	46,87086	10,92711
33	9	1873	8	Nordtirol	46,87092	10,92708
33	11	1872	8	Nordtirol	46,87099	10,92705

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
34	2	1046	8	Nordtirol	47,42877	10,77772
34	3	1046	8	Nordtirol	47,42865	10,77763
34	4	1048	2	Nordtirol	47,42859	10,77756
34	6	1050	8	Nordtirol	47,42857	10,77749
34	7	1033	2	Nordtirol	47,42868	10,77742
34	9	1052	2	Nordtirol	47,42851	10,77704
34	10	1041	2	Nordtirol	47,42852	10,77672
34	11	1044	8	Nordtirol	47,42864	10,77766
35	2	832	8	Niederoesterreich	47,8783	15,15569
35	3	838	8	Niederoesterreich	47,8783	15,15572
35	5	826	8	Niederoesterreich	47,87841	15,15599
35	8	854	8	Niederoesterreich	47,878	15,15581
35	9	850	8	Niederoesterreich	47,87781	15,15568
36	3	990	8	Vorarlberg	47,53132	9,93576
36	4	1001	8	Vorarlberg	47,53128	9,93567
36	6	994	8	Vorarlberg	47,53148	9,93573
36	7	993	8	Vorarlberg	47,53146	9,93577
36	8	997	8	Vorarlberg	47,53137	9,93576
37	1	1426	8	Vorarlberg	47,25948	10,19309
37	3	1423	8	Vorarlberg	47,2594	10,19311
37	4	1425	8	Vorarlberg	47,25931	10,1931
37	9	1432	8	Vorarlberg	47,25941	10,19299
37	10	1432	8	Vorarlberg	47,25938	10,19298
38	1	937	8	Vorarlberg	47,29571	10,04221
38	2	952	8	Vorarlberg	47,29571	10,04222
38	6	927	8	Vorarlberg	47,294	10,04417
38	8	906	8	Vorarlberg	47,29816	10,04076
39	1	1095	8	Nordtirol	47,25313	10,3231
39	3	1091	8	Nordtirol	47,25258	10,32205
39	4	1095	8	Nordtirol	47,25186	10,32177
39	8	1104	8	Nordtirol	47,25095	10,32059
39	10	1087	8	Nordtirol	47,25087	10,32055
40	4	1682	8	Nordtirol	47,25529	10,17705
40	5	1682	8	Nordtirol	47,25524	10,17705
40	9	1683	8	Nordtirol	47,2552	10,17722
40	14	1698	8	Nordtirol	47,2553	10,17685
40	16	1707	8	Nordtirol	47,25531	10,17693
41	5	1611	4	Nordtirol	47,10617	11,60822
41	6	1612	4	Nordtirol	47,10619	11,60817
41	11	1623	4	Nordtirol	47,10665	11,60873
41	13	1612	4	Nordtirol	47,10614	11,60819
41	15	1620	4	Nordtirol	47,10592	11,60715
42	1	1094	4	Nordtirol	47,08596	11,44603
42	2	1076	2	Nordtirol	47,08598	11,44884

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
42	3	1083	4	Nordtirol	47,08575	11,44927
42	5	1096	2	Nordtirol	47,08599	11,4504
42	6	1095	2	Nordtirol	47,08589	11,45041
42	9	1076	4	Nordtirol	47,08641	11,45443
43	1	1210	4	Nordtirol	47,0331	11,48532
43	3	1202	4	Nordtirol	47,03338	11,48503
43	4	1200	4	Nordtirol	47,03342	11,48489
43	6	1167	4	Nordtirol	47,03361	11,4847
43	7	1199	4	Nordtirol	47,03355	11,48472
44	1	998	4	Nordtirol	47,1377	11,45591
44	3	1016	4	Nordtirol	47,13764	11,45608
44	4	1027	4	Nordtirol	47,13773	11,45621
44	5	1019	4	Nordtirol	47,13782	11,45623
44	8	1002	4	Nordtirol	47,13763	11,45651
45	1	1531	4	Nordtirol	47,04392	11,33522
45	2	1470	4	Nordtirol	47,04404	11,33475
45	4	-	4	Nordtirol	-	-
45	8	1531	4	Nordtirol	-	-
45	10	1531	4	Nordtirol	-	-
46	3	905	2	Nordtirol	47,15985	11,36766
46	6	900	2	Nordtirol	47,15965	11,3677
46	8	895	2	Nordtirol	47,16022	11,36837
46	9	896	2	Nordtirol	47,16026	11,36839
46	10	903	2	Nordtirol	47,16006	11,3686
47	1	1208	8	Nordtirol	47,19731	11,16179
47	2	1206	8	Nordtirol	47,19719	11,16169
47	3	1208	8	Nordtirol	47,19711	11,16166
47	4	1216	8	Nordtirol	47,19714	11,16181
47	5	1196	8	Nordtirol	47,19717	11,16181
48	1	1638	8	Steiermark	47,68346	15,60319
48	3	1608	8	Steiermark	47,68348	15,60343
48	4	1632	8	Steiermark	47,68345	15,60335
48	11	1634	8	Steiermark	47,68336	15,60321
48	13	1616	8	Steiermark	47,68349	15,60342
49	1	241	2	Niederoesterreich	48,6106	16,42525
49	6	241	2	Niederoesterreich	48,61069	16,4251
49	7	232	2	Niederoesterreich	48,6106	16,42506
49	8	232	2	Niederoesterreich	48,61068	16,42519
49	9	234	2	Niederoesterreich	48,61073	16,42516
50	1	397	2	Niederoesterreich	48,56888	16,34909
50	4	384	2	Niederoesterreich	48,56881	16,34923
50	6	388	2	Niederoesterreich	48,56862	16,34935
50	7	395	2	Niederoesterreich	48,56858	16,34937
50	8	388	2	Niederoesterreich	48,56857	16,34941

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
50	9	390	2	Niederoesterreich	48,56839	16,34955
50	10	382	2	Niederoesterreich	48,5684	16,34955
51	1	310	4	Niederoesterreich	-	-
51	3	310	4	Niederoesterreich	-	-
51	4	310	4	Niederoesterreich	48,58995	16,75059
51	5	310	4	Niederoesterreich	-	-
51	9	310	4	Niederoesterreich	-	-
52	1	306	4	Niederoesterreich	48,31381	16,36136
52	2	313	4	Niederoesterreich	48,31388	16,36164
52	4	329	4	Niederoesterreich	48,31686	16,36184
52	6	328	4	Niederoesterreich	48,31709	16,36197
52	8	321	4	Niederoesterreich	48,31794	16,36231
53	4	259	4	Niederoesterreich	48,41909	16,60348
53	6	244	4	Niederoesterreich	48,41897	16,60332
53	8	252	4	Niederoesterreich	48,41883	16,60333
53	9	258	4	Niederoesterreich	48,41881	16,60341
53	10	261	4	Niederoesterreich	48,41867	16,60333
54	1	1698	4	Nordtirol	47,44634	11,74556
54	3	1705	4	Nordtirol	47,44627	11,74556
54	4	1709	4	Nordtirol	47,44613	11,7458
54	5	1718	4	Nordtirol	47,44608	11,7458
54	12	1704	4	Nordtirol	47,44639	11,74546
55	4	1530	4	Osttirol	47,01622	12,31951
55	5	1530	4	Osttirol	47,01622	12,31951
55	10	1530	4	Osttirol	47,01622	12,31951
56	3	1793	8	Nordtirol	46,92771	10,17751
56	4	1787	8	Nordtirol	46,92779	10,17754
56	7	1785	8	Nordtirol	46,92952	10,17813
56	10	1770	8	Nordtirol	46,92985	10,17829
56	14	1795	8	Nordtirol	46,92779	10,17762
57	2	1751	8	Nordtirol	46,96366	10,15319
57	3	1750	8	Nordtirol	46,96361	10,15323
57	5	1748	8	Nordtirol	46,96338	10,15313
57	6	1748	8	Nordtirol	46,96336	10,15303
57	17	1748	8	Nordtirol	46,96274	10,15277
58	1	1934	8	Vorarlberg	47,17516	10,16928
58	7	1910	8	Vorarlberg	47,17507	10,16985
58	9	1906	8	Vorarlberg	47,17499	10,17009
58	11	1915	8	Vorarlberg	47,17521	10,16951
58	15	1912	8	Vorarlberg	47,17513	10,16992
59	3	1725	4	Osttirol	47,05778	12,48833
59	4	1725	4	Osttirol	47,05778	12,48833
59	10	1725	4	Osttirol	47,05778	12,48833
60	4	2027	8	Nordtirol	47,04107	10,54935

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
60	5	2038	8	Nordtirol	47,04103	10,54937
60	7	2028	8	Nordtirol	47,04102	10,54932
60	8	2034	8	Nordtirol	47,041	10,54928
60	9	2037	8	Nordtirol	47,04098	10,54923
61	1	1930	8	Nordtirol	-	-
61	3	1924	8	Nordtirol	46,99328	10,8796
61	4	1931	8	Nordtirol	46,9933	10,87955
61	5	1946	8	Nordtirol	46,9933	10,87952
61	8	1950	8	Nordtirol	46,99375	10,87878
62	2	1778	8	Nordtirol	46,91112	10,74096
62	6	1802	8	Nordtirol	46,91164	10,74126
62	8	1822	8	Nordtirol	46,91179	10,7415
62	12	1782	8	Nordtirol	46,9111	10,74089
62	16	1806	8	Nordtirol	46,9117	10,7413
63	5	1720	8	Vorarlberg	47,04484	9,83896
63	6	1718	8	Vorarlberg	47,04483	9,83883
63	14	1630	8	Vorarlberg	47,04439	9,83793
63	16	1717	8	Vorarlberg	47,04465	9,83888
64	4	1318	8	Nordtirol	47,02153	10,73997
64	5	1315	8	Nordtirol	47,02161	10,73986
64	9	1354	8	Nordtirol	47,02142	10,73873
64	10	1360	8	Nordtirol	47,02107	10,7385
64	14	1357	8	Nordtirol	47,02138	10,73879
65	4	1044	4	Nordtirol	47,14408	10,50705
65	6	1049	4	Nordtirol	47,1441	10,50697
65	9	1039	4	Nordtirol	47,1435	10,50808
65	10	1011	4	Nordtirol	47,14287	10,50928
65	11	1066	4	Nordtirol	47,14435	10,50678
66	2	-	8	Nordtirol	-	-
66	8	1926	8	Nordtirol	47,14323	10,24401
66	10	1915	8	Nordtirol	47,14313	10,24403
66	12	1924	8	Nordtirol	47,14338	10,24401
66	14	1920	8	Nordtirol	47,14312	10,24387
67	11	1425	8	Engadin	46,85372	10,33538
67	14	1486	8	Engadin	46,85307	10,33662
67	15	1490	8	Engadin	46,85305	10,33672
67	16	1488	8	Engadin	46,85305	10,33658
67	17	1482	8	Engadin	46,85285	10,33687
68	2	1842	8	Nordtirol	46,97515	10,28706
68	3	1839	8	Nordtirol	46,97497	10,28692
68	8	1812	8	Nordtirol	46,9755	10,2866
68	9	1827	8	Nordtirol	46,97551	10,28659
68	16	1823	8	Nordtirol	46,97304	10,28648
69	2	1453	8	Engadin	46,79088	10,26163

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
69	3	1460	8	Engadin	46,79088	10,26163
69	4	1457	8	Engadin	46,791	10,2613
69	5	1439	8	Engadin	46,79068	10,26163
69	11	1452	8	Engadin	46,79088	10,2615
70	1	221	2	Niederoesterreich	47,99921	16,26572
70	2	212	2	Niederoesterreich	47,99949	16,26708
70	4	216	2	Niederoesterreich	47,9995	16,26713
70	7	217	2	Niederoesterreich	47,99968	16,26776
70	8	215	2	Niederoesterreich	48,00017	16,26958
71	1	537	8	Bayern	47,93466	11,10896
71	3	538	8	Bayern	47,93458	11,10902
71	6	531	8	Bayern	47,93454	11,10921
71	9	537	8	Bayern	47,93444	11,10926
71	10	537	8	Bayern	47,93445	11,10912
72	1	1459	8	Engadin	46,77357	10,20542
72	3	1464	8	Engadin	46,77378	10,2063
72	7	1461	8	Engadin	46,77345	10,20653
73	1	142	2	Niederoesterreich	48,17789	16,94167
73	4	143	2	Niederoesterreich	48,17797	16,94202
73	5	140	2	Niederoesterreich	48,17792	16,94211
73	8	140	2	Niederoesterreich	48,17806	16,94214
73	9	142	2	Niederoesterreich	48,17817	16,9423
74	2	137	2	Niederoesterreich	48,33041	16,84759
74	4	144	2	Niederoesterreich	48,33015	16,84801
74	5	139	2	Niederoesterreich	48,32972	16,84883
74	6	140	2	Niederoesterreich	48,32965	16,84885
74	10	140	2	Niederoesterreich	48,32929	16,84945
75	2	576	2	Niederoesterreich	47,7633	15,74562
75	4	572	2	Niederoesterreich	47,76331	15,74558
75	5	588	2	Niederoesterreich	47,76341	15,74552
75	7	585	2	Niederoesterreich	47,76321	15,74574
75	9	586	2	Niederoesterreich	47,76302	15,74608
76	3	534	2	Niederoesterreich	47,85352	15,84831
76	5	532	2	Niederoesterreich	47,85327	15,84819
76	8	535	2	Niederoesterreich	47,8529	15,84777
76	9	537	2	Niederoesterreich	47,85265	15,84748
76	10	536	2	Niederoesterreich	47,85258	15,84736
77	1	1480	4	Salzburg	47,24361	13,62555
77	2	1480	4	Salzburg	47,24361	13,62555
77	5	1480	4	Salzburg	47,24361	13,62555
77	6	1480	4	Salzburg	47,24361	13,62555
77	8	-	4	Salzburg	47,24361	13,62555
78	1	1149	4	Salzburg	47,21027	13,66361
78	4	1149	4	Salzburg	47,21027	13,66361

Pop.	Ind.	Meereshöhe	Ploidie	Bundesland	Breitengrad	Längengrad
78	7	1149	4	Salzburg	47,21027	13,66361
78	10	1149	4	Salzburg	47,21027	13,66361
78	11	1149	4	Salzburg	47,21027	13,66361
79	1	1474	2	Salzburg	47,03527	13,73444
79	2	1474	2	Salzburg	47,03527	13,73444
79	4	1474	2	Salzburg	47,03527	13,73444
79	7	1474	2	Salzburg	47,03527	13,73444
80	1	1026	2	Salzburg	47,09833	13,72222
80	3	1026	2	Salzburg	47,09833	13,72222
80	6	1026	2	Salzburg	47,09833	13,72222
80	8	1026	2	Salzburg	47,09833	13,72222
80	9	1026	2	Salzburg	47,09833	13,72222
81	2	1120	4	Salzburg	47,08555	13,56388
81	3	1120	4	Salzburg	47,08555	13,56388
81	4	1120	4	Salzburg	47,08555	13,56388
82	2	1335	4	Salzburg	47,08694	13,9325
82	3	1335	4	Salzburg	47,08694	13,9325
82	4	1335	4	Salzburg	47,08694	13,9325
82	6	1335	4	Salzburg	47,08694	13,9325
82	7	-	4	Salzburg	47,08694	13,9325

Diese Daten wurden dankenswerterweise von Dipl.-Biol. Valerie Klatte-Asselmeyer zur Verfügung gestellt.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
CH ₂ Cl ₂	Dichlormethan
DAD	Diodearraydetektor
f	folgend
ff	fortfolgend
g	Gramm
GABA	γ-Aminobuttersäure
GC	Gaschromatographie
GC-MS	Gaschromatographie – Massenspektrometrie
H ₃ PO ₄	Phosphorsäure
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
Kap	Kapitel
MeOH	Methanol
R	Reagens, aus dem Reagenzienverzeichnis der Ph.Eur.
µg	Mikrogramm
m	Meter
mg	Milligramm
ml	Milliliter
n.d.	nicht detektierbar
Ph.Eur.	Pharmacopoeia Europea
s.l.	sensu latiore
Tab	Tabelle
vgl	vergleiche
V. officinalis	Valeriana officinalis

9. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: <i>Valeriana officinalis</i> L. s.l.....	1
Abb.2: Mono- und Sesquiterpene aus <i>V. officinalis</i>	2
Abb.3: Valeriana-Epoxy-Triester aus <i>V. officinalis</i>	2
Abb.4: Sesquiterpensäuren und Derivate aus <i>V. officinalis</i>	3
Abb.5: Referenzchromatogramm, aus dem Handelsmuster erhalten.....	12
Abb.6: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 1.....	15
Abb.7: Chromatogramm von Individuum 3/1.....	16
Abb.8: Chromatogramm von Individuum 79/1.....	17
Abb.9: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 2.....	20f
Abb.10: Chromatogramm von Individuum 53/4	22
Abb.11 Chromatogramm von Individuum 5/6.....	23
Abb.12: Chromatogramm von Individuum 45/8	23
Abb.13: Chromatogramm von Individuum 51/5	24
Abb.14: Chromatogramm von Individuum 53/10.....	24
Abb.15: Balkendiagramme der Ergebnisse aus Tabelle 3.....	30ff
Abb.16: Chromatogramm von Individuum 36/4	33
Abb.17: Chromatogramm von Individuum 36/6	34
Abb.18: Chromatogramm von Individuum 36/7	35
Abb.19: Chromatogramm von Individuum 48/4	36
Abb.20: Korrelation des Gesamtgehalts an Sesquiterpensäuren mit der Ploidiestufe.....	37
Abb.21: Balkendiagramme der diploiden Extrakte aus Tabelle 4.....	45
Abb.22: Balkendiagramme der tetraploiden Extrakte aus Tabelle 4.....	46
Abb.23: Balkendiagramme der octoploiden Extrakte aus Tabelle 4.....	47f
Abb.24: Chromatogramm von Individuum 4/3.....	48
Abb.25: Chromatogramm von Individuum 45/1	49
Abb.26: Chromatogramm von Individuum 65/4	49
Abb.27: Korrelation des Gehalts an ätherischem Öl mit der Ploidiestufe...	50
Abb.28: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 3/1 und 14/8.....	51
Abb.29: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 35/8 und 70/2.....	52
Abb.30: Gegenüberstellung der Chromatogramme von 39/3 und 39/10...	53
Abb.31: Vorläufige Zuordnung der Peaks.....	54

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einzel- und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in diploiden <i>V. officinalis</i> Individuen.....	13f
Tabelle 2: Einzel- und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in tetraploiden <i>V. officinalis</i> Individuen.....	18f
Tabelle 3: Einzel- und Gesamtgehalt an Sesquiterpensäuren in octoploiden <i>V. officinalis</i> Individuen.....	25ff
Tabelle 4: 250 vermessene Proben, inklusive Gehalt an ätherischem Öl und Ploidiestufe.....	39ff

11. Literaturverzeichnis

- [1] http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:60_Valeriana_officinalis.jpg&filetimestamp=20090216134258; besucht am 10.6.2012
- [2] Hänsel R, Sticher O: Pharmakognosie – Phytopharmazie, Springer Medizin Verlag Heidelberg 2010
- [3] Teuscher E: Biogene Arzneimittel, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 1997
- [4] Wichtl M: Teedrogen und Phytopharmaka, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 2002
- [5] Hänsel R, Hölzl J: Lehrbuch der pharmazeutischen Biologie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996
- [6] Europäisches Arzneibuch 5.0, deutsche Fassung
- [7] Khom S; Baburin I; Timin E; Hohaus A; Trauner G; Kopp B; Hering S: Valerenic acid potentiates and inhibits GABA_A receptors: Molecular mechanism and subunit specificity; Neuropharmacology 53; 178-187; 2007
- [8] Trauner G; Khom S; Baburin I; Benedek B; Hering S; Kopp B: Modulation of GABA_A receptors by Valerian Extracts is related to the content of Valerenic acid; Planta Med 74; 19-24; 2008
- [9] Aktories, Förstermann, Hofmann, Starke: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie; Elsevier GmbH München, Urban & Fischer Verlag; 2009

[10] Titz W, Jurenitsch J, Fitzbauer-Busch E, Wicho E, Kubelka W: Valepotriate und ätherisches Öl chromosomal definierter Typen von *Valeriana s.l.*, I. Vergleich von Valepotriatgehalt und Zusammensetzung; Sci.Pharm. 50, 309-324, 1982

[11] Klatte-Asselmeyer V: Dissertation in Vorbereitung, Universität Wien, 2012

12. Curriculum Vitae

Name: Katharina Arth

Geburtsdatum: 08.12.1988

Geburtsort: Oberwart

Eltern: Gerhard Arth

Theresia Arth

Ausbildung: 1995-1999 Volksschule Markt Neuhodis

1999-2003 Unterstufe BG/BRG/BORG Oberschützen

2003-2007 Oberstufe BG/BRG/BORG Oberschützen

2007 Matura mit Auszeichnung

seit 10/2007: Studium der Pharmazie an der Universität Wien

02/2012 – 06/2012: Diplomarbeit am Department für

Pharmakognosie der Universität Wien

Bisherige Tätigkeit: seit 02/2009 geringfügige Beschäftigung in der
„Freudenauer Apotheke“

Infolge des Standortwechsels dieser Apotheke
geringfügige Beschäftigung in der „Apotheke im Stadion
Center“ bis 06/2012